ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO HIDROQUEST

Preparado por:

HIDROQUEST

Para:

MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA

2024

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO HIDROQUEST

1. ALCANCE, CICLO DE VIDA Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Preparado por:

HIDROQUEST

Para:

MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA

ENERO 2024

CONTENIDO

1.1. FICHA TÉCNICA ... 3

1.2. ANTECEDENTES ... 7

1.3. OBJETIVOS ... 11

1.4. MARCO LEGAL ... 12

1.5. CICLO DE VIDA DEL PROYECTO ... 29

1.6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ... 29

1.6.1. Características del Proyecto ... 29

1.6.1.1 Captación: Azud y toma caucasiana ... 33

1.6.1.1. 1 Escalera de peces ... 35

1.6.1.1.2 Desvío del río ... 36

1.6.1.2 Tanque de carga y captación principal ... 36

1.6.1.3 Interconexión ... 38

1.6.1.4 Conducción ... 41

1.6.1.4.1 Tubería de baja presión ... 41

1.6.1.4.2 Chimenea de equilibrio ... 44

1.6.1.4.3 Tubería de presión y ramales del distribuidor ... 45

1.6.1.5 Casa de Máquinas y sistema de generación ... 46

1.6.1.6 Descarga ... 51

1.6.1.7 Línea de transmisión ... 52

1.6.1.8 Caminos de acceso ... 55

1.6.1.9 Campamentos ... 57

1.6.1.10 Planta de hormigón trituración ... 57

1.6.1.11 Captación y vertimiento de agua ... 58

1.6.1.12 Escombreras ... 59

1.7 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO ... 63

1.1. FICHA TÉCNICA

1.	**Nombre de la Empresa**			
	HIDROQUEST S.A.			
2.	**Representante Legal**	Dra. María Paula Grijalva		
	Dirección	Av. Eugenio Espejo 2410 y Vía Tanda Centro de Negocios Plaza del Rancho		
	Teléfono	(593-2) 3945765	**Correo electrónico**:	mgrijalva@gne.com.ec
3.	**Tipo de Empresa**	Privada	Pública	Mixta
		X		
4.	**Tipo de proyecto / Instalación**			
	Fotovoltaico		Geotérmica	
	Hidroeléctrico	**X**	Mareo-Motriz	
	Eólico		Transmisión	**X**
	Termoeléctrico		Distribución	

5.	**Nombre del proyecto**	**PROYECTO HIDROELÉCTRICO HIDROQUEST**

6.	**Ubicación Político Administrativa**	Provincia: Morona Santiago Cantón Morona Parroquia: Alshi (9 de Octubre)

7. Ubicación Área de Implantación
Coordenadas UTM (Sistema WGS 84 Zona 17S)

Área Geográfica	Shape	X	Y
1	1	803958.00000	9753830.00000
1	2	804103.00000	9753883.00000
1	3	804195.00000	9753893.00000
1	4	804356.00000	9753867.00000
1	5	804446.00000	9753883.00000
1	6	804510.00000	9753919.00000
1	7	804582.00000	9753975.00000
1	8	804624.00000	9754020.00000
1	9	804644.00000	9754073.00000
1	10	804685.00000	9754108.00000
1	11	804724.00000	9754108.00000
1	12	804759.00000	9754111.00000
1	13	804895.00000	9754143.00000
1	14	804940.00000	9754141.00000
1	15	804999.00000	9754092.00000
1	16	805047.00000	9754073.00000
1	17	805079.00000	9754068.00000
1	18	805111.00000	9754072.00000
1	19	805244.00000	9754079.00000
1	20	805298.00000	9754096.00000
1	21	805362.00000	9754144.00000
1	22	805434.00000	9754172.00000

		1	23	805468.00000	9754205.00000	
		1	24	805523.00000	9754289.00000	
		1	25	805591.00000	9754328.00000	
		1	26	805625.00000	9754368.00000	
		1	27	805631.00000	9754402.00000	
		1	28	805622.00000	9754427.00000	
		1	29	805591.00000	9754452.00000	
		1	30	805532.00000	9754485.00000	
		1	31	805445.00000	9754550.00000	
		1	32	805418.00000	9754588.00000	
		1	33	805406.00000	9754653.00000	
		1	34	805425.00000	9754726.00000	
		1	35	805460.00000	9754825.00000	
		1	36	805570.00000	9754994.00000	
		1	37	805605.00000	9755000.00000	
		1	38	805801.00000	9755002.00000	
		1	39	805819.00000	9755007.00000	
		1	40	805836.00000	9755017.00000	
		1	41	805897.00000	9755095.00000	
		1	42	805897.00000	9755157.00000	
		1	43	805938.00000	9755253.00000	
		1	44	805956.00000	9755272.00000	
		1	45	805971.00000	9755278.00000	
		1	46	806003.00000	9755257.00000	
		1	47	806054.00000	9755199.00000	
		1	48	806128.00000	9755155.00000	
		1	49	806325.00000	9755134.00000	
		1	50	806989.00000	9754856.00000	
		1	51	807465.00000	9755272.00000	
		1	52	808092.00000	9755369.00000	
		1	53	808388.00000	9755545.00000	
		1	54	808542.00000	9755804.00000	
		1	55	808604.00000	9755868.00000	
		1	56	809313.00000	9756372.00000	
		1	57	809345.00000	9756464.00000	
		1	58	809459.00000	9756674.00000	
		1	59	809519.00000	9756720.00000	
		1	60	809586.00000	9756720.00000	
		1	61	809630.00000	9756592.00000	
		1	62	809695.00000	9756553.00000	
		1	63	809829.00000	9756521.00000	
		1	64	809880.00000	9756495.00000	
		1	65	809916.00000	9756449.00000	
		1	66	810014.00000	9756396.00000	
		1	67	810094.00000	9756417.00000	
		1	68	810147.00000	9756283.00000	
		1	69	810182.00000	9756239.00000	
		1	70	810196.00000	9756204.00000	
		1	71	810196.00000	9756140.00000	
		1	72	810166.00000	9756127.00000	
		1	73	810069.00000	9756101.00000	
		1	74	810030.00000	9756094.00000	
		1	75	810007.00000	9756106.00000	
		1	76	809982.00000	9756144.00000	
		1	77	809957.00000	9756291.00000	

		1	78	809813.00000	9756387.00000
		1	79	809447.00000	9756139.00000
		1	80	809018.00000	9755699.00000
		1	81	808603.00000	9754957.00000
		1	82	808179.00000	9754351.00000
		1	83	808292.00000	9754187.00000
		1	84	808321.00000	9754086.00000
		1	85	808308.00000	9754023.00000
		1	86	807666.00000	9753782.00000
		1	87	807654.00000	9753799.00000
		1	88	808148.00000	9754384.00000
		1	89	808185.00000	9754647.00000
		1	90	808588.00000	9755235.00000
		1	91	808768.00000	9755599.00000
		1	92	809048.00000	9755937.00000
		1	93	808525.00000	9755514.00000
		1	94	808007.00000	9755146.00000
		1	95	807118.00000	9754794.00000
		1	96	806992.00000	9754757.00000
		1	97	806540.00000	9754834.00000
		1	98	806196.00000	9755064.00000
		1	99	805964.00000	9754997.00000
		1	100	805841.00000	9754944.00000
		1	101	805470.00000	9754666.00000
		1	102	805487.00000	9754567.00000
		1	103	805659.00000	9754496.00000
		1	104	805712.00000	9754433.00000
		1	105	805704.00000	9754347.00000
		1	106	805599.00000	9754144.00000
		1	107	805380.00000	9754057.00000
		1	108	805237.00000	9754011.00000
		1	109	805047.00000	9754016.00000
		1	110	804814.00000	9754047.00000
		1	111	804476.00000	9753835.00000
		1	112	804398.00000	9753816.00000
		1	113	804174.00000	9753852.00000
		1	114	804098.00000	9753784.00000
		1	115	803901.00000	9753709.00000
		1	116	803767.00000	9753203.00000
		1	117	803667.00000	9753229.00000
		1	118	803513.00000	9753398.00000
		1	119	803518.00000	9753562.00000
		1	120	803633.00000	9753850.00000
		1	121	803717.00000	9753851.00000
		1	122	803808.00000	9753835.00000
		1	123	803898.00000	9753824.00000
		1	124	803958.00000	9753830.00000

Fuente: Certificado de Intersección
HIDROQUEST

8.	**Alcance**	El proyecto captará las aguas del río Upano a través de una toma caucasiana y a su vez aprovechará los caudales turbinados de la central hidroeléctrica Normandía, con el fin de incrementar energía hidroeléctrica y aprovechamiento de

		las características topográficas de sector aguas abajo dentro de parámetros técnicos y ambientales sin afectar el entorno para lo cual cumplirá con toda la normativa ambiental vigente que regula su actividad, así como ejecutará las medidas necesarias para prevenir y mitigar los impactos ambientales sobre su área de influencia directa. El caudal captado será de 33.53 m3/s con el fin de generar 45 MW de energía. El caudal captado es transportado por una tubería de 3.50m de diámetro y 8700m de longitud aproximadamente hasta la chimenea de equilibrio, de ahí el agua será transportada por una tubería de presión de 506 m hasta la casa de máquinas que será construida en el sector el Tigre o Tigrillo en donde se instalaran 3 turbinas tipo Francis, luego de lo que el agua turbinada será descargada en el río Upano. La energía generada será evacuada desde la subestación Hidroquest ubicada en Casa de Máquinas del proyecto mediante una LT de 9 torres y 4 Km que se empatará con la Torre 11 de la LT del proyecto Hidronormandia, para ser entregada a la subestación de la central hidroeléctrica Normandía.

9.	**Competencia**	**MAATE**	**ARCONEL**	**OTRO**
		X		

10.	**Consultor***	BIOSIGMAMBIENTAL CIA LTDA Registro MAATE-SUIA-0163-CC

*El registro de calificación se encuentra en el Anexo 1.

11. Equipo Técnico principal	
Nombre	**Tarea**
Dr. David Medranda	Coordinación Técnica, revisión estudio de impacto ambiental Revisión mastofauna Áreas de Influencia Análisis de alternativas
Ing. Francisco Moreno	Coordinación General, revisión componente físico, riesgos. Sistematización, Descripción del Proyecto PMA
Dr. Fredy Condoy	Coordinación Componente Biótico, componente biótico Ornitofauna Análisis mamíferos voladores (Murciélagos)
Lic. Wilson Méndez	Coordinación, elaboración y revisión componente social Línea base Socioeconómica
Ing. Fernanda Garrido	Componente físico Geología Evaluación de Impactos Ambientales

Dr. Iván Suárez	Flora Inventario forestal
Lic. Fernando Romo	Herpetofauna
Ing. Luis Buitrón	Entomología Macroinvertebrados
Lic. David Viteri	Ictiofauna
Ing. Tannya Naranjo	Cartografía
Ing. Mariela Arteaga	Componente ambiental y físico PMA

1.2. ANTECEDENTES

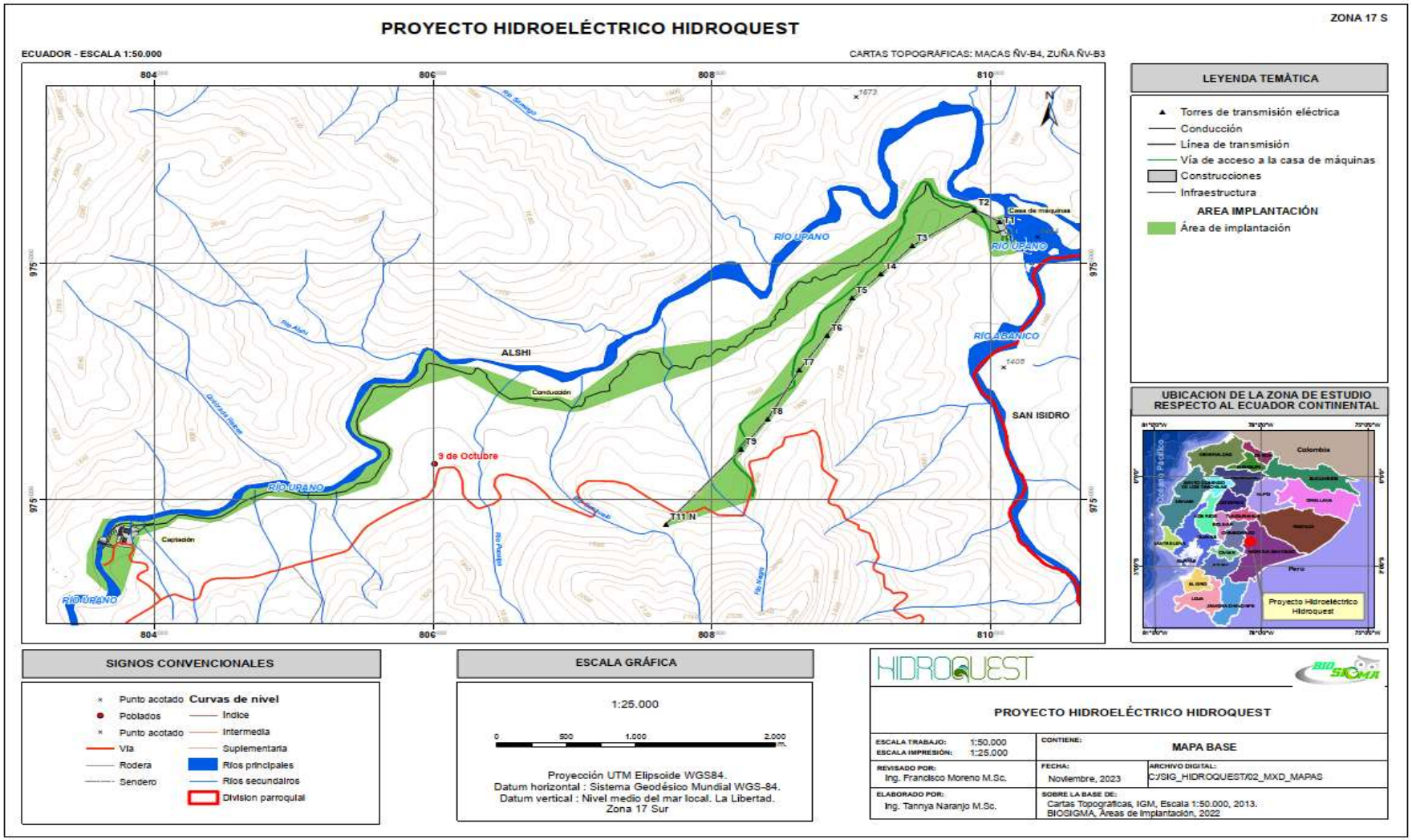
El Art. 314 de la Constitución de la República del Ecuador, determina que el Estado Ecuatoriano, es el responsable en la prestación del servicio público de fuerza eléctrica y lo puede hacer directamente o por delegación a una empresa privada (Art. 316), mediante cualquiera de los mecanismos establecidos en dicha norma constitucional, pero de acuerdo con la Ley. Para el caso de las concesiones para generación eléctrica, el cuerpo legal que rige la actividad es la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y sus reglamentos de aplicación.

El Proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST, se ubicará en la provincia de Morona Santiago, Cantón Morona, Parroquia Alshi. Es una iniciativa de la compañía HIDROQUEST S.A. a ser implementado como un proyecto independiente de generación de energía eléctrica dentro del marco legal del sector eléctrico ecuatoriano, para un adecuado aprovechamiento de los recursos hídricos del país y en beneficio de su progreso y desarrollo.

El proyecto captará las aguas del río Upano y a su vez aprovechará los caudales turbinados de la central hidroeléctrica Normandía, con el fin de incrementar energía hidroeléctrica y aprovechamiento de las características topográficas de sector aguas abajo dentro de parámetros técnicos y ambientales sin afectar el entorno para lo cual cumplirá con toda la normativa ambiental vigente que regula su actividad, así como ejecutará las medidas necesarias para prevenir y mitigar los impactos ambientales sobre su área de influencia directa.

HIDROQUEST obtiene el Certificado de Intersección emitido por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), a través del SUIA, mediante oficio MAATE-SUIA-RA-DZDA-2023-03122 de 31 de octubre de 2023, donde se indica que el proyecto interseca con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal Nacional y Zonas Intangibles: área Bosque y Vegetación Natural: ABANICO.

De igual manera en el mismo certificado se menciona que de acuerdo al proceso de categorización ambiental automático en el sistema de Regularización y Control Ambiental del SUIA, se determina: TIPO DE IMPACTO: MEDIO



Mapa 1. 1: Mapa Base del Proyecto
Fuente: HIDROQUEST/ Cartas topográficas IGM 2013
Elaboración: Equipo consultor

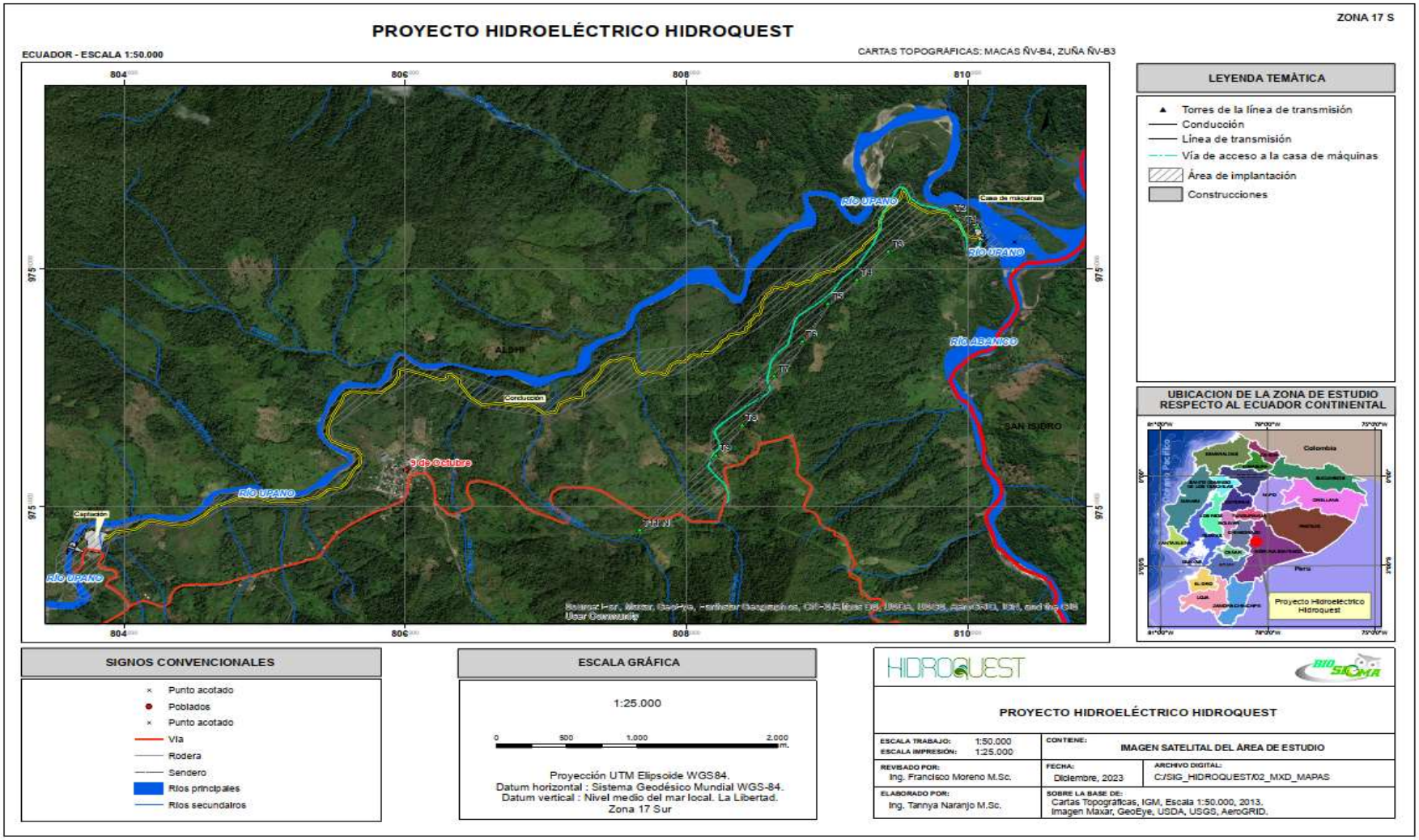


Figura 1. 1: Imagen Satelital del área de implantación del proyecto
Fuente: HIDROQUEST/Cartas Topográficas, IGM, 2013/ Imagen Maxar, GeoEye, USDA, US GS, AeroGRID
Elaboración: Equipo consultor

Bajo lo dispuesto en el Código Orgánico del Ambiente y en su Reglamento, HIDROQUEST, desarrolla el presente Estudio de Impacto Ambiental del proyecto CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO HIDROQUEST, mismo que ha sido registrado en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA), con código MAATE-RA-2023-494342.

En apego a lo establecido en la normativa el mecanismo viable para el proyecto corresponde la obtención de la Licencia Ambiental. Para esto se ha considerado lo establecido en el Reglamento al Código de Ambiente en sus artículos:

Art. 432.- Requisitos de la licencia ambiental. - Para la emisión de la licencia ambiental, se requerirá, al menos, la presentación de los siguientes documentos:

a) Certificado de intersección;
b) Estudio de impacto ambiental;
c) Informe de sistematización del Proceso de Participación Ciudadana;
d) Pago por servicios administrativos; y,
e) Póliza o garantía por responsabilidades ambientales.

El contenido y PMA del estudio toma en cuenta lo establecido en la normativa ambiental:

Art. 434.- Contenido de los estudios de impacto ambiental. - Los estudios de impacto ambiental deberán contener, al menos, los siguientes elementos:

a) Alcance, ciclo de vida y descripción detallada del proyecto, incluyendo las actividades y tecnología a implementarse con la identificación de las áreas geográficas a ser intervenidas;
b) *Análisis de alternativas de las actividades del proyecto;*
c) *Demanda de recursos naturales por parte del proyecto y de ser aplicable, las respectivas autorizaciones administrativas para la utilización de dichos recursos;*
d) *Diagnóstico ambiental de línea base, que contendrá el detalle de los componentes físicos, bióticos y los análisis socioeconómicos y culturales;*
e) *Inventario forestal, de ser aplicable;*
f) *Identificación y determinación de áreas de influencia y áreas sensibles;*
g) *Análisis de riesgos, incluyendo aquellos riesgos del ambiente al proyecto y del proyecto al ambiente;*
h) *Evaluación de impactos socioambientales;*
i) *Plan de manejo ambiental y sus respectivos sub-planes; y,*
j) *Los demás que determine la Autoridad Ambiental Nacional.*
k) *El estudio de impacto ambiental deberá incorporar las opiniones y observaciones que sean técnica y económicamente viables, generadas en el proceso de participación ciudadana.*

De igual forma se anexará al estudio de impacto ambiental la documentación que respalde lo detallado en el mismo.

Art. 435.- Plan de manejo ambiental. - El plan de manejo ambiental es el documento que contiene las acciones o medidas que se requieren ejecutar para prevenir, evitar, mitigar, controlar, corregir, compensar, restaurar y reparar los posibles impactos ambientales negativos, según corresponda, al proyecto, obra o actividad.

El plan de manejo ambiental según la naturaleza del proyecto, obra o actividad contendrá, los siguientes sub-planes, considerando los aspectos ambientales, impactos y riesgos identificados:

a) Plan de prevención y mitigación de impactos;
b) Plan de contingencias;
c) Plan de capacitación;
d) Plan de manejo de desechos;
e) Plan de relaciones comunitarias;
f) Plan de rehabilitación de áreas afectadas;
g) Plan de rescate de vida silvestre, de ser aplicable;
h) Plan de cierre y abandono; y,
i) Plan de monitoreo y seguimiento.

Mediante Oficio N° MAATE-SUIA-DB-2024-0003-O de 9 de enero de 2024 (Anexo 1), El Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica emite la VIABILIDAD AMBIENTAL DEL PROYECTO HIDROELECTRICO HIDROQUEST emitiendo un pronunciamiento FAVORABLE al proyecto.

Con respecto al permiso de uso y aprovechamiento de agua, la solicitud ha sido entregada al Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica y actualmente se encuentra en trámite.

1.3. OBJETIVOS

Objetivo General

Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la Construcción y Operación del proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST enmarcado en la Legislación Ambiental vigente.

Objetivos Específicos

- Desarrollar el diagnóstico ambiental del área de estudio del proyecto de los componentes físico, biótico y socioeconómico.

- Identificar los posibles impactos socio-ambientales que podrían producirse por el desarrollo del proyecto sobre los componentes del ambiente.

- Determinar las áreas de influencia directa e indirecta, así, como las áreas sensibles que pudieran verse afectadas por los posibles impactos ambientales del proyecto.

- Formular un Plan de Manejo Ambiental para el proyecto, con el objeto de evitar, minimizar o compensar los posibles impactos ambientales identificados.

1.4. MARCO LEGAL

Para la ejecución del Estudio de Impacto Ambiental se considerará el siguiente cuerpo legal.

CUERPO LEGAL	ASPECTO
Constitución Política del Ecuador R.O. 449 del 20 de octubre de 2008	La Constitución Política de Ecuador, dentro de su Título II – Derechos – Capítulo segundo, Sección segunda – Ambiente sano, en el Artículo 14, señala: "Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir (Sumag Kawsay). Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. Art. 15: El Estado promoverá en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y energías no contaminantes y de bajo impacto. Art. 71: La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema. **Art. 72**: La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a

	los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas. Art. 413: El Estado promoverá a eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas, ni el derecho al agua. Art. 414: El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y vegetación y protegerá a la población en riesgo
Código Orgánico del Ambiente COA. Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abril-2017	Art. 1.- Objeto. Este Código tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o sumak kawsay. Las disposiciones de este Código regularán los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución, así como los instrumentos que fortalecen su ejercicio, los que deberán asegurar la sostenibilidad, conservación, protección y restauración del ambiente, sin perjuicio de lo que establezcan otras leyes sobre la materia que garanticen los mismos fines. Art. 2.- Ámbito de aplicación. Las normas contenidas en este Código, así como las reglamentarias y demás disposiciones técnicas vinculadas a esta materia, son de cumplimiento obligatorio para todas las entidades, organismos y dependencias que comprenden el sector público, personas naturales y jurídicas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, que se encuentren permanente o temporalmente en el territorio nacional. La regulación del aprovechamiento de los recursos naturales

	no renovables y de todas las actividades productivas que se rigen por sus respectivas leyes, deberán observar y cumplir con las disposiciones del presente Código en lo que respecta a la gestión ambiental de las mismas. Art. 162.- Obligatoriedad. Todo proyecto, obra o actividad, así como toda ampliación o modificación de los mismos, que pueda causar riesgo o impacto ambiental, deberá cumplir con las disposiciones y principios que rigen al Sistema Único de Manejo Ambiental, en concordancia con lo establecido en el presente Código. Art. 174.- Catálogo de actividades. La Autoridad Ambiental Nacional elaborará y actualizará el catálogo de actividades, de los proyectos, obras o actividades existentes en el país que deban regularizarse, en función de la magnitud del impacto o riesgo ambiental que puedan generar. La periodicidad de las actualizaciones del catálogo de actividades se sujetará a criterios técnicos. Mediante normativa secundaria se determinarán los tipos de permisos, sus procedimientos, estudios ambientales y autorizaciones administrativas. Art. 175.- Intersección. Para el otorgamiento de autorizaciones administrativas se deberá obtener a través del Sistema Único de Información Ambiental el certificado de intersección que determine si la obra, actividad o proyecto interseca o no con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Patrimonio Forestal Nacional y zonas intangibles. En los casos de intersección con zonas intangibles, las medidas de regulación se coordinarán con la autoridad competente. Art. 179.- De los estudios de impacto ambiental. Los estudios de impacto ambiental deberán ser elaborados en aquellos proyectos, obras y actividades que causan mediano y alto impacto o riesgo ambiental para una adecuada y fundamentada evaluación, predicción, identificación e interpretación de dichos riesgos e impactos. Los estudios deberán contener la descripción de la actividad, obra o proyecto, área geográfica, compatibilidad con los usos de suelo próximos, ciclo de vida del proyecto, metodología, herramientas de análisis, plan de manejo ambiental, mecanismos de socialización y participación ciudadana, y demás aspectos previstos en la norma técnica.

	En los casos en que la Autoridad Ambiental Competente determine que el estudio de impacto ambiental no satisface los requerimientos mínimos previstos en este Código, procederá a observarlo o improbarlo y comunicará esta decisión al operador mediante la resolución motivada correspondiente. Art. 181.- De los planes de manejo ambiental. El plan de manejo ambiental será el instrumento de cumplimiento obligatorio para el operador, el mismo que comprende varios sub-planes, en función de las características del proyecto, obra o actividad. La finalidad del plan de manejo será establecer en detalle y orden cronológico, las acciones cuya ejecución se requiera para prevenir, evitar, controlar, mitigar, corregir, compensar, restaurar y reparar, según corresponda. Además, contendrá los programas, presupuestos, personas responsables de la ejecución, medios de verificación, cronograma y otros que determine la normativa secundaria. Art. 183.- Del establecimiento de la póliza o garantía por responsabilidades ambientales. Las autorizaciones administrativas que requieran de un estudio de impacto ambiental exigirán obligatoriamente al operador de un proyecto, obra o actividad contratar un seguro o presentar una garantía financiera. El seguro o garantía estará destinado de forma específica y exclusiva a cubrir las responsabilidades ambientales del operador que se deriven de su actividad económica o profesional. La Autoridad Ambiental Nacional regulará mediante normativa técnica las características, condiciones, mecanismos y procedimientos para su establecimiento, así como el límite de los montos a ser asegurados en función de las actividades. El valor asegurado no afectará el cumplimiento total de las responsabilidades y obligaciones establecidas. El operador deberá mantener vigente la póliza o garantía durante el periodo de ejecución de la actividad y hasta su cese efectivo. No se exigirá esta garantía o póliza cuando los ejecutores del proyecto, obra o actividad sean entidades del sector público o empresas cuyo capital suscrito pertenezca, por lo menos a las dos terceras partes a entidades de derecho público. Sin embargo, la entidad ejecutora responderá administrativa y civilmente por el cabal y oportuno cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental del proyecto, obra o actividad licenciada y

	de las contingencias que puedan.
Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica	Art. 1.- La Ley tiene por objeto garantizar que el servicio público de energía eléctrica cumpla los principios constitucionales de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, calidad, sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia, para lo cual, corresponde a través del presente instrumento, normar el ejercicio de la responsabilidad del Estado de planificar, ejecutar, regular, controlar y administrar el servicio público de energía eléctrica. Art. 6.- Normas complementarias. - Son aplicables en materia eléctrica las leyes que regulan el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, la participación ciudadana, la protección del ambiente y otras de la legislación positiva ecuatoriana aplicable al sector eléctrico. Art. 78.- Protección al ambiente. - Corresponde a las empresas eléctricas, y todos los participantes del sector eléctrico, cumplir con las políticas, normativa y procedimientos aplicables según la categorización establecida por la Autoridad Ambiental nacional, para la prevención, control, mitigación, reparación y seguimiento de impactos ambientales en las etapas de construcción, operación y retiro. Art 79.- Permisos Ambientales. - Las empresas que realicen actividades dentro del sector eléctrico están obligadas a obtener y mantener los permisos ambientales de acuerdo con la categorización ambiental que establezca la Autoridad Ambiental Nacional.
Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica. Reformado mediante Decreto Ejecutivo No. 1581, publicado en el Registro Oficial No. 340 de 16 de diciembre de 1999. Reformado mediante Decreto	Como procedimiento para el otorgamiento de una concesión específica, el Artículo 35 en su literal f) establece la obligación de presentar un estudio de impacto ambiental o diagnóstico general resumido de impacto ambiental para obtener una concesión específica. En el Artículo 69 se establece entre las obligaciones que tendrán los titulares de contratos de concesión para la actividad de generación, transmisión y distribución, la ejecución de los estudios de impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido en la Ley, el reglamento general y cualesquiera otra norma o disposición emitida por las autoridades competentes destinadas a la protección y preservación del ambiente.

Ejecutivo No. 1665, publicado en el Registro Oficial No. 341 de 25 de mayo de 2004.	
Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua. Registro Oficial Suplemento 305 de 06-ago.-2014	El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el sumak kawsay o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución. Art. 76.- Caudal ecológico. Para los efectos de esta Ley, caudal ecológico es la cantidad de agua, expresada en términos de magnitud, duración, época y frecuencia del caudal específico y la calidad de agua expresada en términos de rango, frecuencia y duración de la concentración de parámetros que se requieren para mantener un nivel adecuado de salud en el ecosistema. La Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional establecerá reglamentariamente los criterios, parámetros y metodologías para la determinación del caudal ecológico de acuerdo con las condiciones y las características de los cuerpos de agua, que serán considerados dentro de la planificación hídrica nacional. Toda resolución de la Autoridad Única del Agua por la que se otorgue autorización para uso o aprovechamiento productivo del agua deberá establecer y considerar el caudal ecológico que fue determinado para ello, conforme con los criterios de la planificación hídrica nacional. Art. 106.- Principios y prioridades para el aprovechamiento productivo hidroeléctrico. En el marco del respeto al orden de prelación que se regula en esta Ley, la Autoridad Única del Agua otorgará autorizaciones de aprovechamiento productivo del agua para la generación de electricidad, de manera preferente para aquellos proyectos de prioridad nacional que se contemplen en el plan maestro de electrificación, incorporando los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.
Ley Sistema Nacional de Infraestructura Vial Transporte	Art. 1.- Objeto. La presente Ley tiene por objeto establecer el régimen jurídico para el diseño planificación, ejecución, construcción, mantenimiento, regulación y control de la infraestructura del transporte terrestre y sus servicios complementarios, cuya rectoría está a cargo del ministerio

Terrestre Registro Oficial Suplemento 998 de 05-may.-2017	encargado de la competencia de vialidad, sin perjuicio de las competencias de los gobiernos autónomos descentralizados
Reglamento al Código Orgánico del Ambiente Decreto Ejecutivo 752 Registro Oficial Suplemento 507 de 12-jun.-2019	Art. 420.- Regularización ambiental. - La regularización ambiental es el proceso que tiene como objeto la autorización ambiental para la ejecución de proyectos, obras o actividades que puedan generar impacto o riesgo ambiental y de las actividades complementarias que se deriven de éstas. Art. 423.- Certificado de intersección. - El certificado de Intersección es un documento electrónico generado por el Sistema Único de Información Ambiental, a partir del sistema de coordenadas establecido por la Autoridad Ambiental Nacional, mismo que indicará si el proyecto, obra o actividad propuesto por el operador, interseca o no, con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Patrimonio Forestal Nacional y zonas intangibles. En el certificado de intersección se establecerán las coordenadas del área geográfica del proyecto. Art. 424.- Informe de viabilidad ambiental. - Se requerirá el informe de viabilidad ambiental de la Autoridad Ambiental Nacional cuando los proyectos, obras o actividades intersequen con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Patrimonio Forestal Nacional y zonas intangibles, mismo que contendrá los parámetros mínimos que deberán cumplirse para el otorgamiento de la autorización ambiental. En los casos en que los proyectos, obras o actividades intersequen con zonas intangibles, se deberá contar con el pronunciamiento del organismo gubernamental competente, cuyo pronunciamiento deberá ser remitido en el término de treinta (30) días. Una vez que el operador ha ingresado la información para el proceso de regularización ambiental a través del Sistema Único de Información Ambiental, y en el caso de que el proyecto, obra o actividad intersequen con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, la unidad de la administración del área protegida emitirá, en el término de (10) días, el informe viabilidad ambiental que determine la factibilidad de la realización de la obra, proyecto o actividad. La Autoridad Ambiental Nacional emitirá la norma técnica en la que se definirán los criterios y lineamientos para emitir el pronunciamiento de viabilidad ambiental de un proyecto, obra

	u actividad dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Patrimonio Forestal Nacional y zonas intangibles. Art. 431.- Licencia ambiental. - La Autoridad Ambiental Competente, a través del Sistema Único de Información Ambiental, otorgará la autorización administrativa ambiental para obras, proyectos o actividades de mediano o alto impacto ambiental, denominada licencia ambiental Art. 432.- Requisitos de la licencia ambiental. - Para la emisión de la licencia ambiental, se requerirá, al menos, la presentación de los siguientes documentos: a) Certificado de intersección; b) Estudio de impacto ambiental; c) Informe de sistematización del Proceso de Participación Ciudadana; d) Pago por servicios administrativos; y, e) Póliza o garantía por responsabilidades ambientales. Art. 433.- Estudio de impacto ambiental. - El estudio de impacto ambiental será elaborado en idioma español y deberá especificar todas las características del proyecto que representen interacciones con el medio circundante. Se presentará también la caracterización de las condiciones ambientales previa la ejecución del proyecto, obra o actividad, el análisis de riesgos y la descripción de las medidas específicas para prevenir, mitigar y controlar las alteraciones ambientales resultantes de su implementación. Los estudios de impacto ambiental deberán ser elaborados por consultores ambientales calificados y/o acreditados, con base en los formatos y requisitos establecidos por la Autoridad Ambiental Nacional en la norma técnica expedida para el efecto. Art. 434.- Contenido de los estudios de impacto ambiental. - Los estudios de impacto ambiental deberán contener, al menos, los siguientes elementos: a) Alcance, ciclo de vida y descripción detallada del proyecto, incluyendo las actividades y tecnología a implementarse con la identificación de las áreas geográficas a ser intervenidas; b) Análisis de alternativas de las actividades del proyecto; c) Demanda de recursos naturales por parte del proyecto y de ser aplicable, las respectivas autorizaciones administrativas para la utilización de dichos recursos; d) Diagnóstico ambiental de línea base, que contendrá el

	detalle de los componentes físicos, bióticos y los análisis socioeconómicos y culturales; a) Inventario forestal, de ser aplicable; e) Identificación y determinación de áreas de influencia y áreas sensibles; f) Análisis de riesgos, incluyendo aquellos riesgos del ambiente al proyecto y del proyecto al ambiente; h) Evaluación de impactos socioambientales; i) Plan de manejo ambiental y sus respectivos sub-planes; y, j) Los demás que determine la Autoridad Ambiental Nacional. El estudio de impacto ambiental deberá incorporar las opiniones y observaciones que sean técnica y económicamente viables, generadas en el proceso de participación ciudadana. De igual forma se anexará al estudio de impacto ambiental la documentación que respalde lo detallado en el mismo. Art. 435.- Plan de manejo ambiental. - El plan de manejo ambiental es el documento que contiene las acciones o medidas que se requieren ejecutar para prevenir, evitar, mitigar, controlar, corregir, compensar, restaurar y reparar los posibles impactos ambientales negativos, según corresponda, al proyecto, obra o actividad. El plan de manejo ambiental según la naturaleza del proyecto, obra o actividad contendrá, los siguientes sub-planes, considerando los aspectos ambientales, impactos y riesgos identificados: a) Plan de prevención y mitigación de impactos; b) Plan de contingencias; c) Plan de capacitación; d) Plan de manejo de desechos; e) Plan de relaciones comunitarias; f) Plan de rehabilitación de áreas afectadas; g) Plan de rescate de vida silvestre, de ser aplicable; h) Plan de cierre y abandono; y, i) Plan de monitoreo y seguimiento. Los formatos, contenidos y requisitos del estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental, se detallarán en la norma técnica emitida para el efecto. Art. 436.- Etapas del licenciamiento ambiental. - El proceso de licenciamiento ambiental contendrá las siguientes etapas:

	a) Pronunciamiento técnico del estudio de impacto ambiental; b) Pronunciamiento del proceso de mecanismos de participación ciudadana; c) Presentación de póliza y pago de tasas administrativas; y, d) Resolución administrativa. Art. 440.- Pronunciamiento del proceso de participación ciudadana. - Durante el proceso de participación ciudadana la Autoridad Ambiental competente planificará y ejecutará los mecanismos de participación social a través de facilitadores ambientales, considerando los lineamientos establecidos en la norma técnica emitida por la Autoridad Ambiental. El proponente incluirá las opiniones y observaciones legales, técnicas y económicamente viables de la población, resultantes del proceso de participación ciudadana en el estudio de impacto ambiental. Art. 483.- Monitoreos. - Los monitoreos serán gestionados por los operadores de proyectos, obras o actividades mediante reportes que permitan evaluar los aspectos ambientales, el cumplimiento de la normativa ambiental y del plan de manejo ambiental y de las obligaciones derivadas de las autorizaciones administrativas otorgadas. La Autoridad Ambiental Competente, en cualquier momento, podrá disponer a los sujetos de control la realización de actividades de monitoreo de calidad ambiental. Los costos de dichos monitoreos serán cubiertos por el operador.
Reglamento Ley Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua. Registro Oficial Suplemento 483 de 20-abr.-2015 Ultima modificación: 21-ago.-2015	Art. 90.- Usos de agua y autorizaciones. Obligaciones y derechos del titular de la autorización.- A los efectos del otorgamiento de autorizaciones para uso de agua, se entiende que éstas son los actos administrativos que expiden como regla general las correspondientes Autoridades de Demarcación Hidrográfica o el correspondiente Centro de Atención al Ciudadano, y por medio de los cuáles se atiende favorablemente una solicitud presentada por personas naturales o jurídicas, para el uso de un caudal de agua destinado al consumo humano o al riego para la soberanía alimentaria entendiendo también dentro de este último el abrevadero de animales, las actividades de producción acuícola y las actividades de la producción agropecuaria alimentaria doméstica, en las condiciones establecidas en este Reglamento. El otorgamiento de una autorización para el uso de agua

	confiere a su titular de manera exclusiva la capacidad para la captación tratamiento, conducción y utilización del caudal al que se refiera la autorización
Reglamento a la Ley sobre armas, municiones, explosivos y accesorios Decreto Ejecutivo 169 Registro Oficial 32 de 27-mar.-1997 Ultima modificación: 15-jun.-2015	**Art. 1**.- El presente Reglamento tiene por finalidad, regular las actividades de fabricación, importación, exportación, comercialización, almacenamiento y tenencia de armas de fuego, municiones, explosivos y accesorios, así como también de las materias primas para la producción de las indicadas especies y los medios de inflamación tales como guías para minas, fulminantes y detonadores, productos químicos y biológicos y elementos de uso en la guerra química o adaptable a ella. Art. 28.- Las personas naturales y jurídicas para poder importar sin intermediarios: armas de fuego, municiones, explosivos y accesorios de uso civil con fines no comerciales, deberán sujetarse a las pertinentes regulaciones del presente Reglamento.
Reglamento Ambiental para operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador. Decreto Ministerial 100 A Registro Oficial 174 Abril 2020	Art. 1. Objeto. - Regular en materia ambiental las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, en sus diferentes fases y demás actividades técnicas y operacionales. Art. 2. Ámbito de aplicación. - El presente Reglamento se aplicará a todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, nacionales o extranjeras, empresas mixtas, consorcios, asociaciones, u otras formas contractuales reconocidas en el Ecuador, que realicen actividades en Operaciones Hidrocarburíferas, a nivel nacional. Art. 15.- Operación y mantenimiento de equipos de contingencia.- El Operador contará con equipos y materiales para control de derrames y contra incendios, los cuales deben estar operativos y recibir el mantenimiento preventivo y correctivo correspondiente; y con el personal capacitado periódicamente mediante entrenamientos y simulacros… Art. 56.- Normas operativas para las fases de almacenamiento y transporte de hidrocarburos y sus derivados. - Para las fases de almacenamiento y transporte de hidrocarburos y sus derivados, el Operador cumplirá con lo siguiente: 1. La fase de almacenamiento y transporte de hidrocarburos y derivados contempla: tanques de almacenamiento, recipientes a presión, oleoductos principales y secundarios, gasoductos y poliductos, estaciones de

	bombeo, estaciones reductoras y demás infraestructura que forma parte de la misma. 3. Todo tanque para almacenamiento de hidrocarburos y derivados debe tener cubeto de contención construido bajo normas técnicas, totalmente impermeabilizado, con un sistema de drenaje separado para aguas lluvias y para aguas oleosas; tendrá una capacidad mínima del 110% de la capacidad máxima de operación de todos los tanques que contenga el cubeto, conforme a lo establecido Reglamento de Operaciones Hidrocarburíferas. 4. Todo recipiente a presión debe tener un sistema para contención de derrames, con un sistema de drenaje separado para aguas lluvias y para aguas oleosas. 5. Los tanques para almacenamiento de hidrocarburos y derivados existentes, cuyos cubetos no están impermeabilizados, se regirán conforme a lo establecido en el Reglamento de Operaciones Hidrocarburíferas.
Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo	Contiene las disposiciones de aplicación a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo. Art 11. 3. Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro. Art 11. 4. Organizar y facilitar los Servicios Médicos, Comités y Departamentos de Seguridad, con sujeción a las normas legales vigentes. Art 11. 5. Entregar gratuitamente a sus trabajadores vestido adecuado para el trabajo y los medios de protección personal y colectiva necesarios. Art 11. 6. Efectuar reconocimientos médicos periódicos de los trabajadores en actividades peligrosas; y, especialmente, cuando sufran dolencias o defectos físicos o se encuentren en estados o situaciones que no respondan a las exigencias psicofísicas de los respectivos puestos de trabajo. Art 11. 8. Especificar en el Reglamento Interno de Seguridad e Higiene, las facultades y deberes del personal directivo, técnicos y mandos medios, en orden a la prevención de los riesgos de trabajo. Art 11. 9. Instruir sobre los riesgos de los diferentes puestos de trabajo y la forma y métodos para prevenirlos, al personal

	que ingresa a laborar en la empresa. Art 11. 10. Dar formación en materia de prevención de riesgos, al personal de la empresa, con especial atención a los directivos técnicos y mandos medios, a través de cursos regulares y periódicos. Art 11. 11. Adoptar las medidas necesarias para el cumplimiento de las recomendaciones dadas por el Comité de Seguridad e Higiene, Servicios Médicos o Servicios de Seguridad. Art 11. 12. Proveer a los representantes de los trabajadores de un ejemplar del presente Reglamento y de cuantas normas relativas a prevención de riesgos sean de aplicación en el ámbito de la empresa. Así mismo, entregar a cada trabajador un ejemplar del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene de la empresa, dejando constancia de dicha entrega. Art 11. 13. Facilitar durante las horas de trabajo la realización de inspecciones, en esta materia, tanto a cargo de las autoridades administrativas como de los órganos internos de la empresa. Art 11. 14. Dar aviso inmediato a las autoridades de trabajo y al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, de los accidentes y enfermedades profesionales ocurridas en sus centros de trabajo y entregar una copia al Comité de Seguridad e Higiene Industrial. Art 11. 15. Comunicar al Comité de Seguridad e Higiene, todos los informes que reciban respecto a la prevención de riesgos. Art. 14.- DE LOS COMITÉS DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO 1. (Reformado por el Art. 5 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) En todo centro de trabajo en que laboren más de quince trabajadores deberá organizarse un Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo Art 14. 7. (Reformado por el Art. 7 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Las actas de constitución del Comité serán comunicadas por escrito al Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos y al IESS, así como al empleador y a los representantes de los trabajadores. Igualmente se remitirá durante el mes de enero, un informe anual sobre los principales asuntos tratados en las sesiones del año anterior.

	Art.46. SERVICIOS DE PRIMEROS AUXILIOS.- Todos los centros de trabajo dispondrán de un botiquín de emergencia para la prestación de primeros auxilios a los trabajadores durante la jornada de trabajo. Si el centro tuviera 25 o más trabajadores simultáneos, dispondrá, además, de un local destinado a enfermería. El empleador garantizará el buen funcionamiento de estos servicios, debiendo proveer de entrenamiento necesario a fin de que por lo menos un trabajador de cada turno tenga conocimientos de primeros auxilios. Art. 49. 1. Los locales provisionales destinados a alojamiento, proporcionados por el empleador, en los trabajos que lo requieran, serán construidos en forma adecuada para la protección contra la intemperie. Deberán estar convenientemente protegidos contra roedores, insectos y demás plagas, usando malla metálica en sus aperturas hacia el exterior, además de mosquiteros en caso de ser necesarios. Art 49. 2. Los locales destinados a vestuarios deberán ser independientes y estar dotados de banca y armarios individuales. Art. 50. COMEDORES. - Cuando deban instalarse comedores, éstos serán adecuados al número de personas que los hayan de utilizar y dispondrán de cocinas, mesas, bancas o sillas, menaje y vajilla suficientes. Se mantendrán en estado de permanente limpieza. Art. 51. SERVICIOS HIGIÉNICOS. - Se instalarán duchas, lavabos y excusados en proporción al número de trabajadores, características del centro de trabajo y tipo de labores. De no ser posible se construirán letrinas ubicadas a tal distancia y forma que eviten la contaminación de la fuente de agua. Se mantendrán en perfecto estado de limpieza y desinfección. Art. 66. DE LOS RIESGOS BIOLÓGICOS. 2. Todo trabajador expuesto a virus, hongos, bacterias, insectos, ofidios, microorganismos, etc., nocivos para la salud, deberán ser protegidos en la forma indicada por la ciencia médica y la técnica en general. Art. 67. VERTIDOS, DESECHOS Y CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. - La eliminación de desechos sólidos, líquidos o gaseosos se efectuará con estricto cumplimiento de lo

	dispuesto en la legislación sobre contaminación del medio ambiente. Todos los miembros del Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo velarán por su cumplimiento y cuando observaren cualquier contravención, lo comunicarán a las autoridades competentes. Art. 154. En los locales de alta concurrencia o peligrosidad se instalarán sistemas de detección de incendios, cuya instalación mínima estará compuesta por los siguientes elementos: equipo de control y señalización, detectores y fuente de suministro. Art. 164. 4. Los elementos componentes de la señalización de seguridad se mantendrán en buen estado de utilización y conservación. Art. 176. 1. Siempre que el trabajo implique por sus características un determinado riesgo de accidente o enfermedad profesional, o sea marcadamente sucio, deberá utilizarse ropa de trabajo adecuada que será suministrada por el empresario. Art. 177. 1. Cuando en un lugar de trabajo exista riesgo de caída de altura, de proyección violenta de objetos sobre la cabeza, o de golpes, será obligatoria la utilización de cascos de seguridad. Art. 178. 1. Será obligatorio el uso de equipos de protección personal de cara y ojos en todos aquellos lugares de trabajo en que existan riesgos que puedan ocasionar lesiones en ellos.
Acuerdo Ministerial 026 de 28 de febrero de 2008. Procedimientos para Registro de generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de materiales peligrosos.	Art. 1.- Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que genere desechos peligrosos deberá registrarse en el Ministerio del Ambiente, de acuerdo al procedimiento de registro de generadores de desechos peligrosos determinado en el Anexo A.

Acuerdo Ministerial 097-A. Expedir los Anexos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente	Artículo 1.- Expídase el Anexo 1, referente a la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes del Recurso Agua Artículo 2.- Expídase el Anexo 2, referente a la Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados. Artículo 3.- Expídase el Anexo 3, referente a la Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas. Artículo 4.- Expídase el Anexo 4, referente a la Norma de Calidad del Aire Ambiente o nivel de Inmisión. Artículo 5.- Expídase el Anexo 5, referente a la Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles y Niveles Máximos de Emisión de Vibraciones y Metodología de Medición
Acuerdo 083-B. Reformar el Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente	Artículo 1.- Sustitúyase el artículo 5 del Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente por: "Los va/ores que se recauden directamente por las dependencias o funcionarios del Ministerio del Ambiente, se depositarán el porcentaje que /e corresponde a/ distrito regional en su cuenta de ingresos, y el porcentaje que le corresponde a Planta Central en las siguientes cuentas rotativas de ingresos del Ministerio en el Banco Nacional de Fomento… Artículo 4. El pago por concepto de Valoraciones Económicas de Bienes y Servicios Ecosistémicos y de Inventario de Recursos Forestales, para el caso de obras o proyectos donde se requiera de un permiso ambiental, deberá realizarse a través de la cuenta asignada a los Servicios de Gestión y Calidad Ambiental.
Norma INEN 2266 Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.	Esta Norma considera los requisitos que se deben cumplir para el transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Los numerales aplicables son: 6.1.1.1 El manejo de materiales peligrosos debe hacerse cumpliendo lo dispuesto en las Leyes y Reglamentos nacionales vigentes y convenios internacionales suscritos por el país. 6.1.1.6 Instrucción y entrenamiento específicos, documentados, registrados y evaluados de acuerdo a un programa, a fin de asegurar que posean los conocimientos y

	las habilidades básicas para minimizar la probabilidad de ocurrencia de accidentes y enfermedades ocupacionales. 6.1.7.10 *Almacenamiento* c) *Localización.* Los lugares destinados para servir de bodegas en el almacenamiento deben reunir las condiciones siguientes: c.1) Estar situados en un lugar alejado de áreas residenciales, escuelas, hospitales, áreas de comercio, industrias que fabriquen o procesen alimentos para el hombre o los animales, ríos, pozos, canales o lagos. c.2) Las áreas destinadas para almacenamiento deben estar aisladas de fuentes de calor e ignición. c.3) El almacenamiento debe contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los materiales, en lugares y formas visibles. c.4) El sitio de almacenamiento debe ser de acceso restringido y no permitir la entrada de personas no autorizadas. c.5) Situarse en un terreno o área no expuesta a inundaciones. c.6) Estar en un lugar que sea fácilmente accesible para todos los vehículos de transporte, especialmente los de bomberos. 6.1.7.12 *Prevención y planes de emergencias* a) *Planes de prevención* a.1) La Empresa debe diseñar e implementar planes y programas de prevención que elimine o reduzca el riesgo asociado a una actividad donde exista la posibilidad de producirse una emergencia. Los planes y programas serán diseñados en función del análisis de riesgos y pueden incluir actividades de: capacitación, entrenamiento, inspecciones planeadas y no planeadas, auditorias, simulacros y eventos de concienciación.
NTE INEN 2216:2013 Explosivos. uso, almacenamiento, manejo y transporte	1.1. Esta norma establece los requisitos para el uso, almacenamiento, manejo y transporte de explosivos. 2.1 Esta norma se aplica a las sustancias y objetos explosivos detallados en la Norma NTE INEN 743. 2.2 Esta norma es aplicable a las actividades industriales que usan material explosivo como las obras civiles, sector minero, exploración sísmica, campo militar y demolición

1.5. CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

- Fase de construcción e instalación de infraestructura: 3 años.

  Cabe señalar que no está previsto el uso de material explosivo para la construcción del proyecto, salvo que durante la construcción se vea alguna necesidad excepcional, en cuyo caso se contratará empresas calificadas para esta actividad quienes contarán con los procedimientos específicos de manejo acorde a la normativa aplicable.

  En caso de requerirse un Polvorín se utilizará el establecido para el Proyecto Hidronormandía que en su momento fue validado y cumplió con las especificaciones necesarias.

  En el capítulo de análisis de riesgos y se establece el análisis y medidas a aplicarse en caso de manejo de explosivos.

- Fase de operación y mantenimiento: A lo largo de toda su vida útil (el período de amortización mínimo calculado para un proyecto hidroeléctrico y su línea de transmisión y subestaciones oscila entre 40 a 50 años).

- Fase de cierre: Una vez terminada la vida útil del proyecto en caso de requerirse.

1.6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST, es una iniciativa de la compañía HIDROQUEST S.A a ser implementado como un proyecto independiente de generación de energía eléctrica dentro del marco legal del sector eléctrico ecuatoriano.

El proyecto captará las aguas del río Upano a través de una toma caucasiana y a su vez aprovechará los caudales turbinados de la central hidroeléctrica Normandía que cuenta con el título habilitante otorgado por ARCONEL. La central Normandía ubicada en el cantón Morona de la provincia Morona Santiago, utiliza el recurso hídrico del río Upano en el tramo comprendido entre las cotas 1797 y 1551 msnm.

1.6.1. Características del Proyecto

El proyecto hidroeléctrico Normandía se sitúa en el río Upano en la cuenca hidrográfica del mismo nombre, que pertenece al curso superior del sistema Upano-Namangoza-Santiago-Marañón-Amazonas que tiene su origen en las estribaciones de la Cordillera Oriental de los Andes.

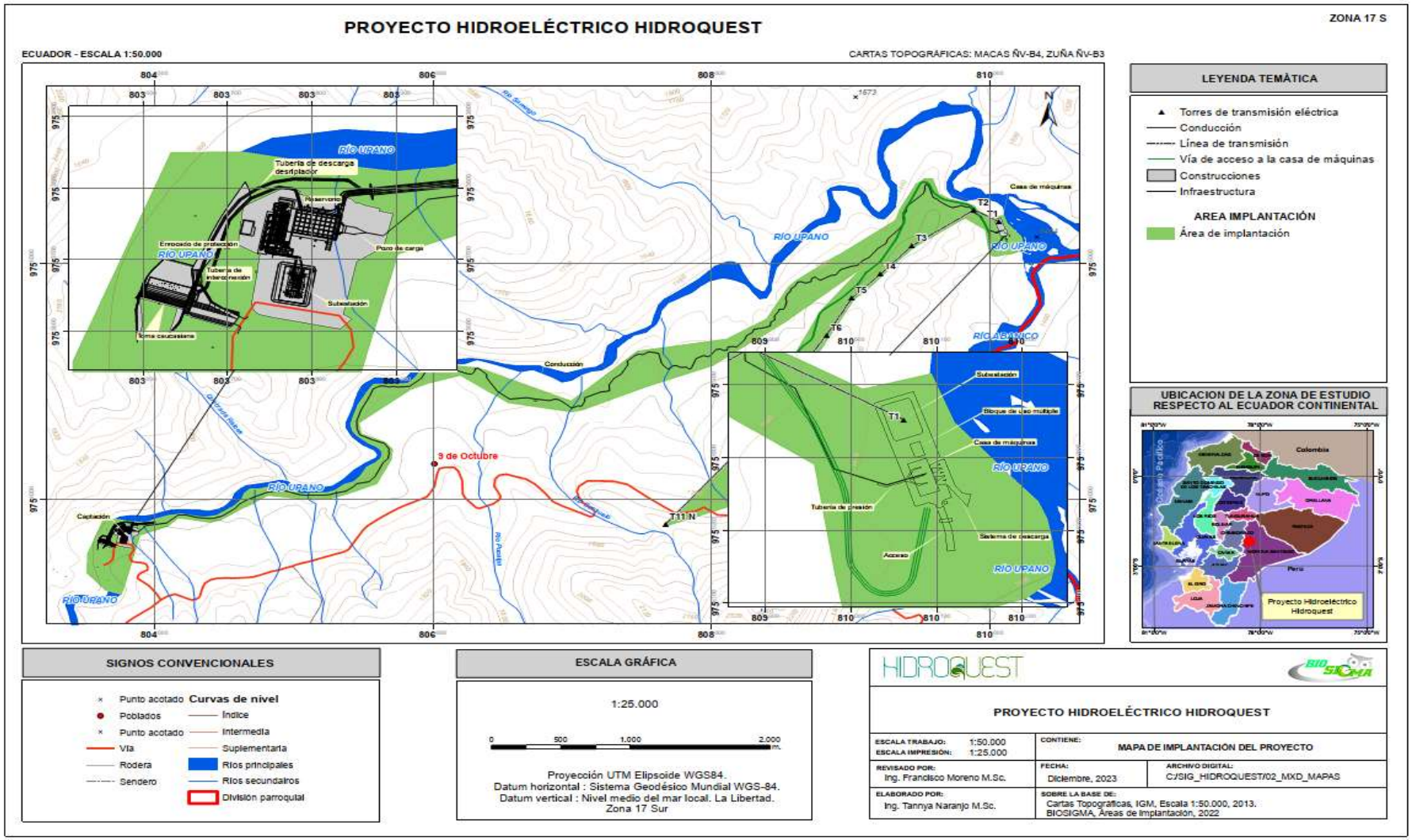
El proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST se encuentra ubicado aguas abajo de la central NORMANDÍA que actualmente está en funcionamiento. Este proyecto capta los caudales naturales de los afluentes de la margen izquierda y derecha del

río Upano, desde la Presa del proyecto Normandía hasta la casa de máquinas existente, a través de una toma Caucasiana para ser llevados un caudal máximo de 10 m3/s hasta el tanque de carga, mediante una tubería que trabajará a baja presión. Los caudales turbinados de la central Normandía descargan directamente a este tanque de carga. La obra de toma principal del proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST se ubica en el eje del reservorio que se localiza en las coordenadas: Norte 9753754.123 – Este 803778.02, la misma que se sitúa dentro del reservorio de interconexión del proyecto hidroeléctrico Normandía. Actualmente el tanque de interconexión y la toma frontal se encuentran construidas.

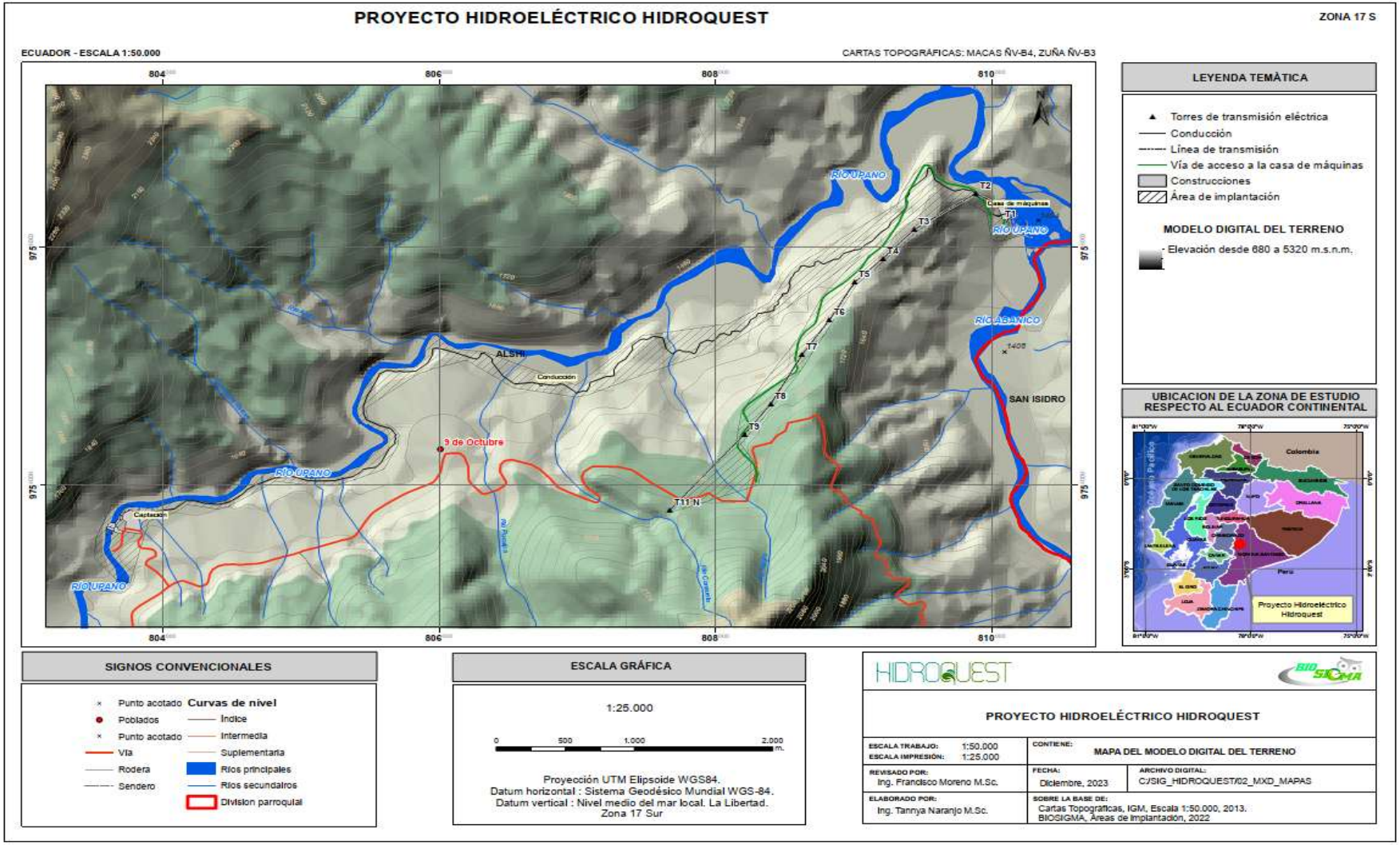
El caudal captado de 33.53 m3/s es llevado al pozo de carga que se encuentra ubicado inmediatamente aguas abajo de la toma frontal construida, estos caudales son conducidos a través de una tubería de baja presión hacia la casa de máquinas de la central HIDROQUEST, donde se instalarán 3 turbinas tipo Francis eje horizontal con una potencia instalada de 45 MW. Los caudales turbinados son descargados directamente al cauce natural del río Upano.

La energía generada será enviada mediante una línea de transmisión hacia la subestación de la Central Hidroeléctrica Normandía. La línea de transmisión constará de 9 torres en una longitud aproximada de 4 km. Se empatará con la LT del proyecto Normandía a la altura de la Torre 11 de ese proyecto utilizando las torres en un tramo de doble circuito, cuya longitud aproximada es de 5 km. En tal razón sólo será necesario construir el tramo adicional de la LT entre la Casa de Máquinas de Hidroquest y la Torre 11 de Hidronormandía.

En el Anexo 2 se presentan los estudios técnicos del proyecto.



Mapa 1. 2: Mapa de Implantación del Proyecto
Fuente: Estudios HIDROQUEST
Elaboración: Equipo consultor



Mapa 1. 3: Mapa modelo digital del terreno
Fuente: Estudios HIDROQUEST
Elaboración: Equipo consultor

1.6.1.1 Captación: Azud y toma caucasiana

La obra de captación del proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST capta los caudales turbinados de la central Normandía en su descarga a la cota 1550.90 msnm y los caudales naturales de los afluentes de la margen izquierda y derecha del río Upano, desde la Presa del proyecto Normandía hasta la casa de máquinas existente, a través de una toma Caucasiana para ser conducidos al tanque de carga mediante una tubería que trabajará a baja presión.

El caudal de equipo de la central es de 33.53 m3/s, que corresponden al aporte de los caudales turbinados de la central Normandía que es igual a 23.53 m3/s más 10 m3/s adicionales que se obtendrán con la construcción de la captación secundaria sobre el cauce del río Upano que se ubica en la cota 1555 msnm.

Esta obra de captación es del tipo caucasiana y está ubicada en el cuerpo del azud. Considerando el ancho del cauce del río Upano y para tener un empotramiento adecuado de la escalera de peces, azud y toma se adopta un ancho total para el cierre del río de 56.20 m; de los cuales, 4.10 m corresponden a la escalera de peces, 28.50 m al azud y 23.60 m a la rejilla de fondo. En la siguiente figura se puede observar la implantación de la obra de captación.

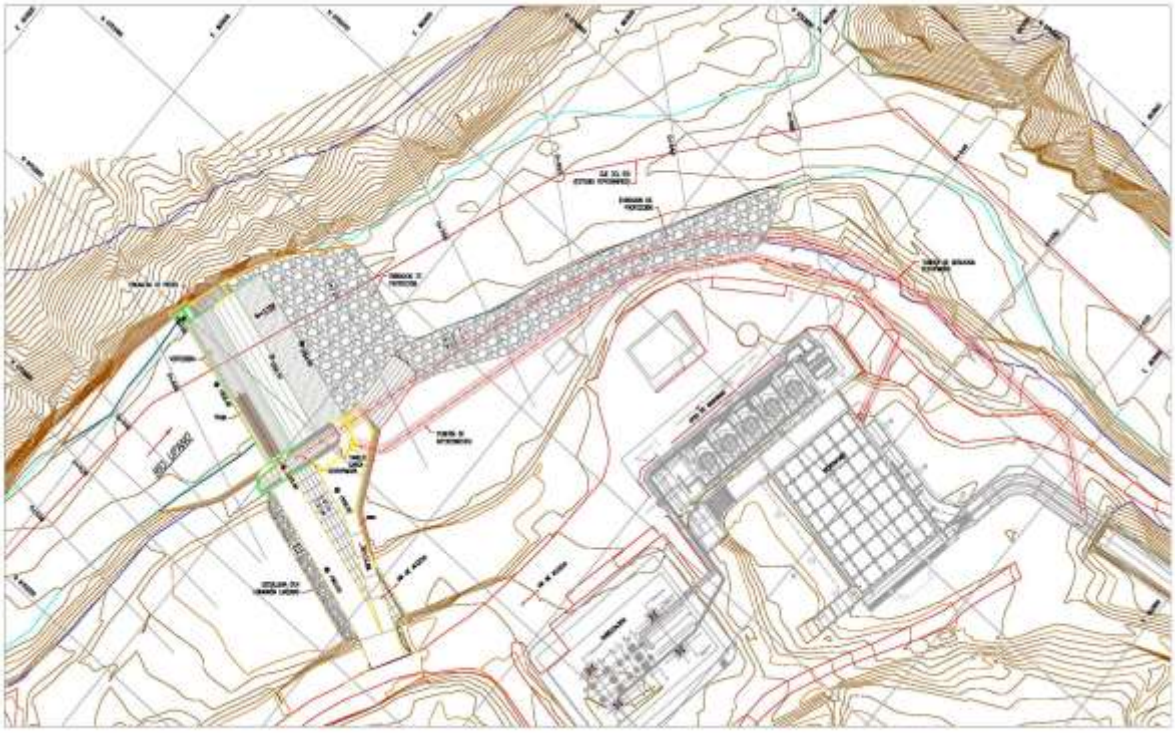


Figura 1. 2: Implantación general toma caucasiana
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

El azud fijo se encuentra situado a continuación de la escalera de peces, tiene un ancho de 27.90 m, una altura de paramento de 3.20 m y una longitud de 14.60 m. Posee perfil hidrodinámico tipo Creager, con una curva vertical que empata con el zampeado de descarga.

La toma de fondo de 23 m de ancho comparte el cuerpo inferior del azud y permite la captación de 10 m3/s a través de la galería de captación que se encuentra ubicado dentro del cuerpo del azud en sentido transversal. La rejilla tiene una longitud horizontal de 2.75 m y una pendiente del 25 % que permite el tránsito del material grueso que puede ser evacuado en épocas de crecida; la rejilla está conformada de barras de hierro de sección rectangular (pletina), colocadas paralelamente a la dirección del río, el espaciamiento entre barrotes de 3 cm. Al ser la rejilla de fondo parte del cuerpo del azud en épocas de crecida se convierte en un azud adicional que permite compartir la descarga de los caudales de crecida, obteniendo así una capacidad de descarga total de 860 m3/s (Q.azud + Q.Rejilla) que corresponde a un tiempo de retorno de 100 años, obteniendo así un nivel del espejo del agua sobre la cresta del azud igual a la 1561.68 msnm. En la siguiente figura se indica el perfil longitudinal del azud-toma y el corte transversal de la toma caucasiana.

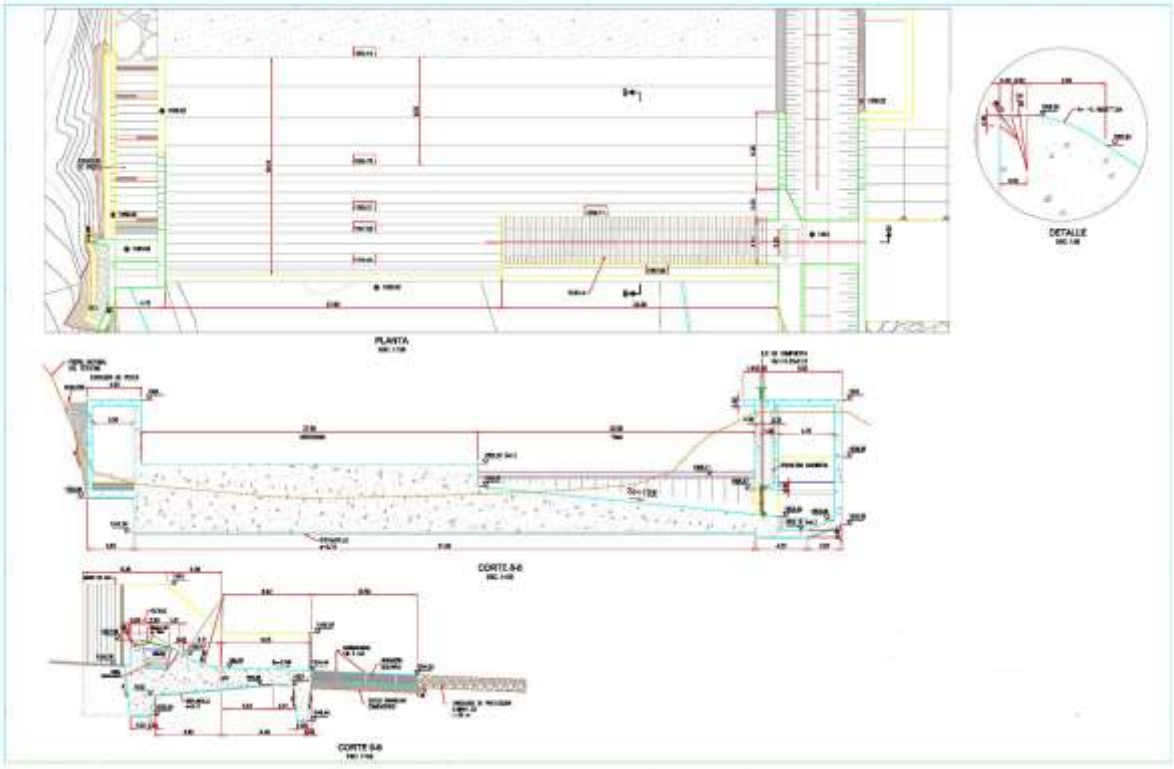


Figura 1. 3: Toma y azud – Perfil longitudinal y transversal
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

La galería de recolección del caudal de captación es de sección trapezoidal de 2.25 m de ancho en el fondo, 23 m de longitud, altura variable y una pendiente continua del 10%. Al final de la galería se ha colocado una compuerta plana de 2.25 m de ancho por 2.13 m de altura que permite la regulación de los caudales de captación en épocas de crecida, para cualquier caudal de captación el orificio de la rejilla trabaja sumergida. La plataforma de operación de la compuerta se ubica en la cota 1563 msnm que corresponde a la cota de la corona de los muros de ala del azud.

Paralelamente al azud se ha colocado el desripiador que permite separar y remover después, el material sólido que ingresa a través del espaciamiento que

existe entre los barrotes de la rejilla y que podrá ser menor a 3 cm. El desripiador tiene un ancho de 6 m, 4.23 m de altura, 34 m de longitud y una pendiente continua del 5 %. Dispone de una estructura de descarga que está conformada por una compuerta plana de sección cuadrada de 2 m de lado y una tubería de descarga de 2 m de diámetro, que permite el lavado del desripiador y evacuación hacia el canal de descarga de los caudales turbinados de la central Normandía.

A lo largo del desarrollo del desripiador se ha colocado en el muro izquierdo un vertedero de evacuación para los caudales de crecidas y en el muro frontal y derecho un vertedero de paso que permite la descarga de los caudales de captación a un pequeño tanque de carga. El vertedero para la evacuación de crecidas tiene una longitud de 10 m y se ubica en la cota 1556.22 msnm, mientras que el vertedero de paso al tanque de carga posee una longitud de 15.44 m y se sitúa en la 1555.42 msnm. En la siguiente figura se puede apreciar la sección transversal del desripiador por los vertederos de control.

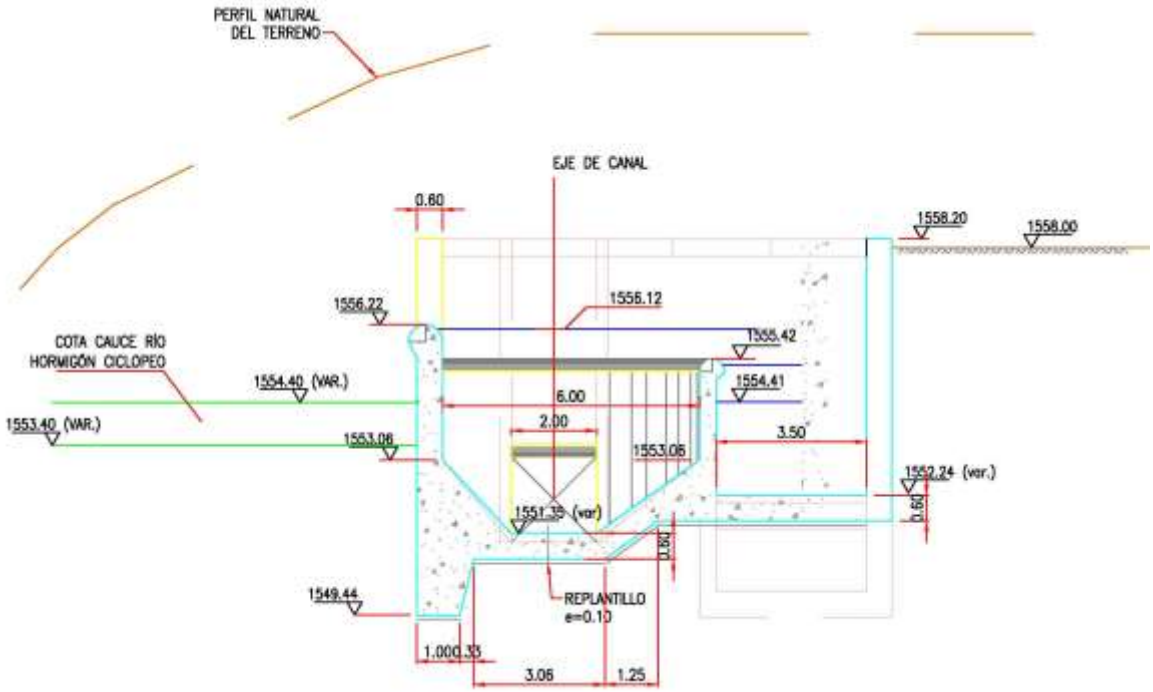


Figura 1. 4: Desripiador – Sección transversal
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

1.6.1.1. 1 Escalera de peces

La escalera de peces está diseñada para un caudal de 4.12 m3/s que corresponde al 10% del caudal medio que se genera entre la presa y central Normandía, lo que permite tener una conectividad del río Upano entre aguas arriba y abajo del azud diseñado, mediante la construcción de 4 tramos de canales interconectados entre sí. La escalera de peces tiene un ancho útil de 3.50 m y una longitud total 17.74 m.

1.6.1.1.2 Desvío del río

El desvío del río para la construcción de la escalera de peces, el azud, la toma caucasiana, desripiador y conducciones se ejecutará en dos fases:

- **Fase 1:** Desvío del río por la margen izquierda para la construcción de un tramo del azud, toma caucasiana, desripiador, tanque de carga y conducciones. Para el efecto se construirá una ataguía en U abierta que confinará el área de construcción de un tramo del azud, la toma caucasiana, el desripiador, el tanque de carga y las conducciones de interconexión y descarga del desripiador. Esta ataguía permitirá desviar el río hacia la margen izquierda creando un canal de sección trapezoidal entre el perfil natural del terreno de la ladera izquierda existente y el talud de la ataguía, el ancho de la base del canal es de 6 m y permitirá el paso de una crecida de 76.20 m3/s que corresponde al 5% de probabilidad de la curva de variación estacional.

- **Fase 2:** Desvío del río para la construcción de la escalera de peces, los muros de ala y el tramo de azud faltante. Para el efecto, se construirá una ataguía en U abierta que contendrá el espacio necesario para su construcción. Los caudales de río Upano pasaran por el tramo del azud construido y por el cuerpo de la rejilla.

1.6.1.2 Tanque de carga y captación principal

Al final del desripiador se ha emplazado un pequeño tanque de carga, que permite poner en presión a la tubería que conducirá el caudal captado hacia el tanque de carga construido, localizado aguas abajo de la descarga de los caudales turbinados de la central Normandía. El pequeño tanque tiene una longitud de 18.74 m, ancho 3.50 m y altura variable, siendo 5.42 m la profundidad más alta desde la cresta del vertedero de paso. La solera de la boquilla de entrada se ubica en la cota 1550.75 msnm, dispone de una compuerta plana cuadrada de 1.80 m de lado que permite hacer el mantenimiento de la tubería de interconexión. Las plataformas de operación de las compuertas del lavado del desripiador y del tanque de carga se sitúan en la cota 1558.20 msnm. La tubería de interconexión tiene un diámetro de 1.80 m, una longitud de 225 m, es de acero y se instalará totalmente embebida en hormigón. La tubería trabaja a baja presión y tienen una pendiente continua del 0.66 %.

Los caudales captados son descargados al tanque de carga existente, la descarga es sumergida y el nivel máximo de operación del tanque de carga se ubica en la 1552.99 msnm, mientras que el nivel máximo del tanque de carga de la captación se sitúa en la 1555.06 msnm.

El reservorio tiene un ancho a nivel de solera de 33 m por un largo de 49.75 m y una profundidad variable que oscila entre los 4.70 m a los 6.20 m, en el inicio y fin del reservorio respectivamente.

La solera del reservorio se inicia en la cota 1549.30 msnm y al final de este se ubica en la 1547.80 msnm, desarrollándose así una pendiente continua del 3.06 %.

Los niveles del espejo del agua en el reservorio son los siguientes:

- Nivel máximo del espejo del agua requerido por WKV 1552.99 msnm
- Nivel máximo en el reservorio para condiciones de operación 1552.12 msnm

El volumen útil para satisfacer las necesidades de las turbinas durante los aumentos bruscos de demanda es de 3920 m3, mismo que se encuentra ubicado entre el nivel máximo y mínimo de operación.

La sección transversal del reservorio es del tipo mixto con un talud de 1:1.50 (H: V) para el muro derecho y vertical para el muro izquierdo, los muros tienen alturas variables. La clave de los muros del cajero del reservorio y las plataformas de operación de las diferentes obras se ubican en la cota 1554 msnm, lo que genera una altura de seguridad con respecto al nivel máximo del espejo del agua impuesto por WKV de 1.01 m. La plataforma de acceso perimetral al reservorio se ubica en la 1553.80 msnm. A partir de esta plataforma se han diseñado taludes de 1:2 (H: V) a lo largo de su perímetro hasta alcanzar el perfil natural del terreno.

Para el almacenamiento temporal de los sedimentos depositados en el reservorio se dispondrá de un volumen de 3328 m3.

Para la captación del caudal se ha diseñado una toma frontal que trabaja a flujo libre, la misma que se encuentra ubicada al final del reservorio.

La solera de la toma se sitúa en la cota 1549 msnm y el dintel de la misma se emplaza en la 1552.85 msnm. El ancho bruto total de la toma es de 14.50 m, donde se han instado 3 pilas intermedias con cabeza circular de 0.30 m de diámetro, que permite formar cuatro módulos de 3.40 m de ancho cada uno. En cada uno de estos módulos se instalarán tres paneles independientes de rejillas de 1.083 m de ancho por 4.57 m de alto. La rejilla irá empotrada en la estructura de toma y apoyada sobre una viga metálica horizontal que se ubicará en la mitad del desarrollo de la rejilla y que irá instalada a todo lo ancho de cada módulo.

Como la toma se ubica dentro del reservorio de interconexión y fuera del cauce del río Upano, su rejilla permanecerá prácticamente limpia en la mayor parte del tiempo, obteniéndose así una velocidad neta de paso entre los barrotes de 1.51 m/s para el caudal de equipo de 33.53 m3/s. Tanto el reservorio, la toma y pozo de carga se encuentran totalmente construidas. En la siguiente figura se indica la implantación del tanque de carga, toma principal y pozo de carga.

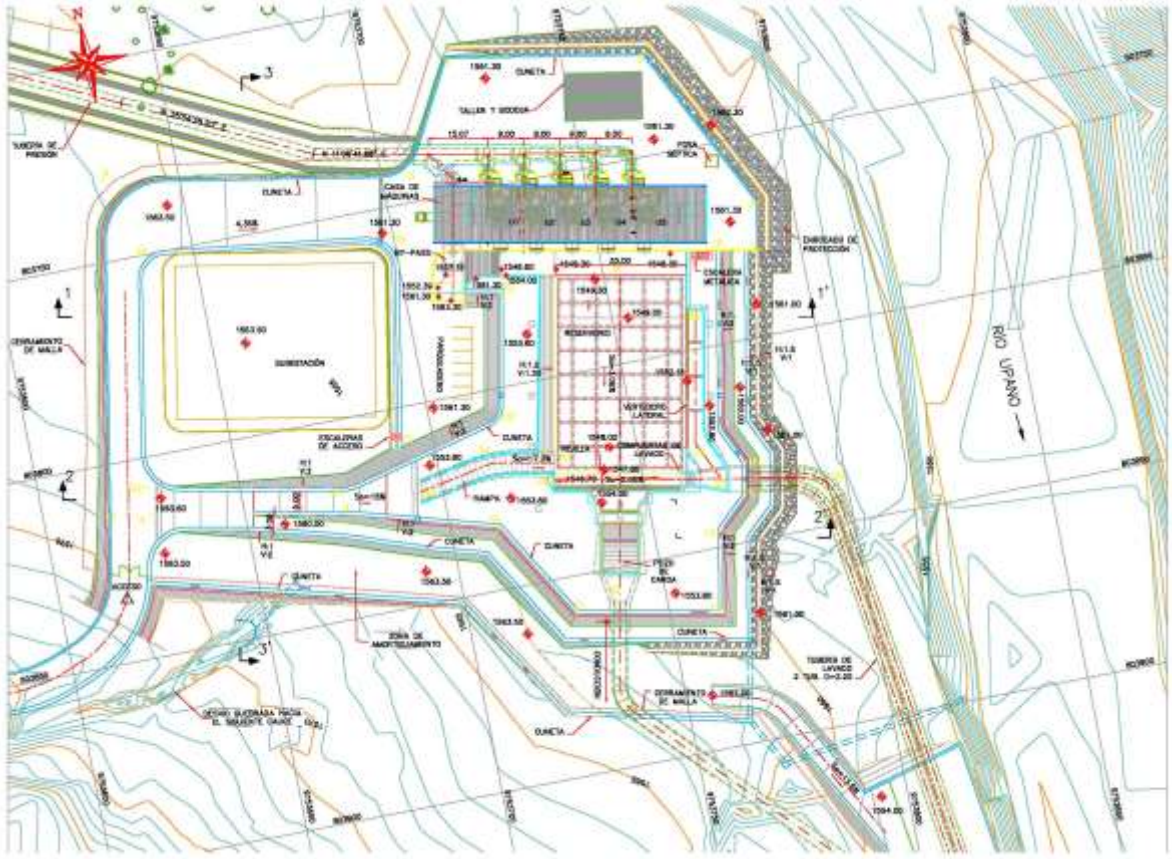


Figura 1. 5: Tanque de carga – Implantación general
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

1.6.1.3 Interconexión

Constituye el tanque de carga existente dispuesto paralelo a la subestación y perpendicular a la casa de máquinas del proyecto Normandía. El reservorio recibe las aguas turbinadas de las cinco unidades Pelton que se encuentran instaladas en la casa de máquinas de Hidronormandía, a través de un pequeño cuenco disipador que regulariza su descarga y permite su evacuación directa al reservorio en el mismo sentido del flujo de su descarga.

Igualmente, este tanque de carga existente receptará el agua captada de la toma caucasiana mediante una interconexión al pequeño tanque de carga a construirse al final del desripiador tal como se describe en el numeral 1.6.1.5.

El tanque de carga es una estructura de hormigón reforzado, dispondrá de una compuerta de 3.40 m. de ancho por 3.85 m. de altura, será utilizada para maniobras de emergencia y labores de mantenimiento. Aguas abajo de la compuerta de aducción a la tubería, se ha previsto un conducto de aireación de 1.0 por 2.9 m de sección transversal. El nivel normal de operación del tanque de carga es 1552.02 msnm.

En la pared lateral izquierda del tanque se tiene un vertedero de excesos de 22.89 m de longitud que permitirá desalojar el agua que sobrepase la cota 1553.40 msnm, directamente al río Upano por medio de un canal rectangular.

Con el fin de no interrumpir la generación de la central Hidroquest, cuando se tenga que realizar mantenimiento en la central Normandía, se ha previsto un By pass que sale de un punto de la tubería de presión de Normandía (antes de ingresar a las turbinas) y llega directamente a un pozo de disipación que está conectado al canal de descarga de la central Normandía.

En la siguiente figura se puede observar la implantación general de la Casa de máquinas de Normandía y del Reservorio de interconexión de HIDROQUEST con sus obras anexas tales como:

- Toma frontal superficial
- Pozo de carga
- Canal de lavado del reservorio y su compuerta de descarga
- Vertedero lateral y su canal de descarga; y,
- Tuberías de evacuación y su estructura de descarga

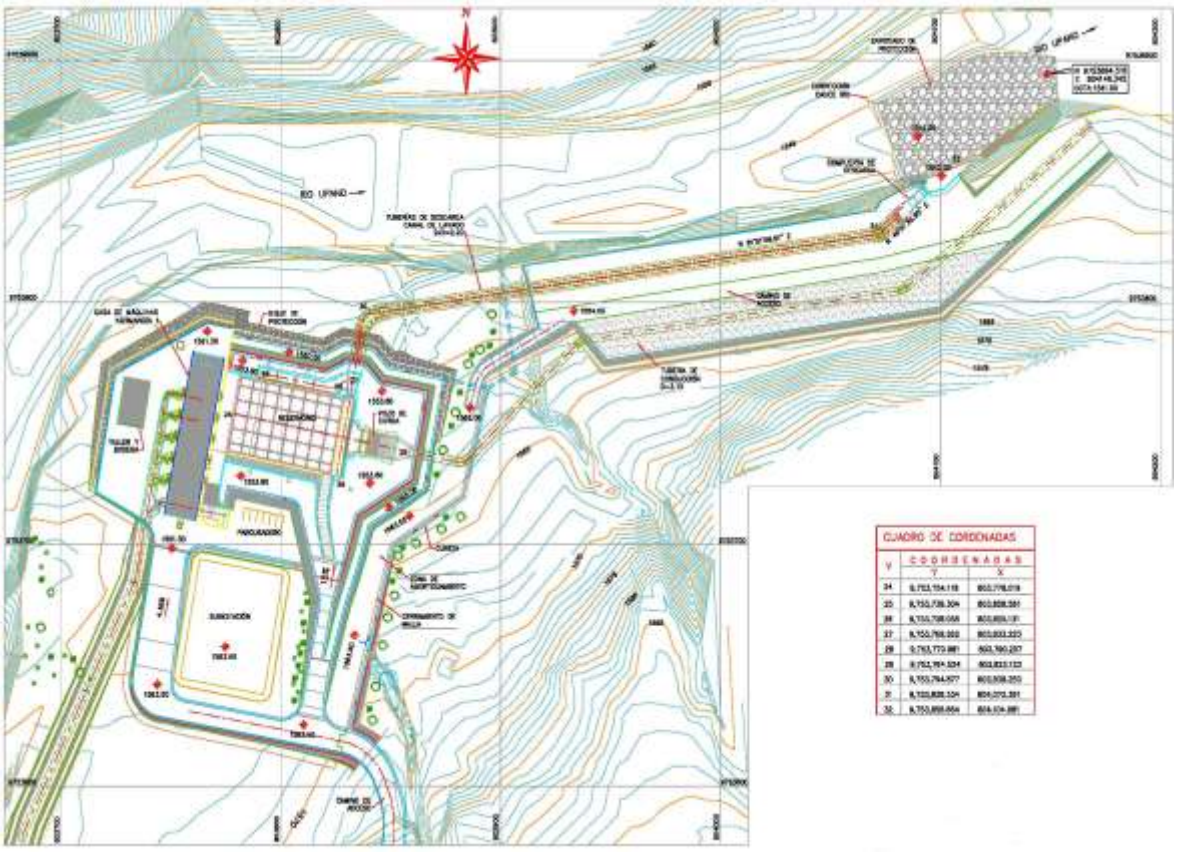


Figura 1. 6: Implantación general Casa de máquinas Normandía y el Reservorio de interconexión de Hidroquest
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

Para la captación del caudal de HIDROQUEST se ha diseñado una toma frontal que trabaja a flujo libre, la misma que se encuentra ubicada al final del reservorio.

La solera de la toma se sitúa en la cota 1549 msnm y el dintel de la misma se emplaza en la 1552.85 msnm. El ancho bruto total de la toma es de 14.50 m, donde se han instado 3 pilas intermedias con cabeza circular de 0.30 m de diámetro, que permite formar cuatro módulos de 3.40 m de ancho cada uno. En cada uno de estos módulos se instalarán tres paneles independientes de rejillas de 1.083 m de ancho por 4.57 m de alto. La rejilla irá empotrada en la estructura de toma y apoyada sobre una viga metálica horizontal que se ubicará en la mitad del desarrollo de la rejilla y que irá instalada a todo lo ancho de cada módulo.

Como la toma se ubica dentro del reservorio de interconexión y fuera del cauce del río Upano, su rejilla permanecerá prácticamente limpia en la mayor parte del tiempo, obteniéndose así una velocidad neta de paso entre los barrotes de 0.87 m/s para el caudal de equipo de 23.53 m3/s.

En la entrada de la toma se ha previsto la instalación de rejas para impedir el paso de cualquier material flotante que se genere entre la descarga de la central y el reservorio de interconexión, que podría causar problemas en las turbinas.

La estructura de apoyo de las rejas está conformada por la pared inclinada frontal de la toma y por una viga horizontal de acero que se instalará en la mitad de cada módulo. Además, cada panel de rejilla llevará en su parte interior perfiles transversales metálicos intermedios de arriostramiento.

La obra de toma dispondrá de 4 módulos separados por 3 pilas intermedias de hormigón. En cada módulo se instalarán tres paneles de rejillas independientes. Para facilitar la limpieza manual de las rejillas se ha proyectado la toma con una inclinación de 14° aproximadamente con respecto a la vertical.

Las velocidades alcanzadas a lo largo del reservorio y obras anexas para el flujo establecido de 23.53 m3/s, están dentro del rango promedio para un funcionamiento hidráulico adecuado de las obras diseñadas.

Al cerrar las turbinas Francis de la central Normandía, el caudal turbinado más el caudal producido por el efecto transitorio del cierre de las turbinas Francis, debe ser evacuado en forma instantánea al cauce del río Upano. Razón por lo cual, en el muro izquierdo del reservorio de interconexión se ha diseñado un vertedero lateral que permite amortiguar la inestabilidad del sistema cuando exista un rechazo de carga.

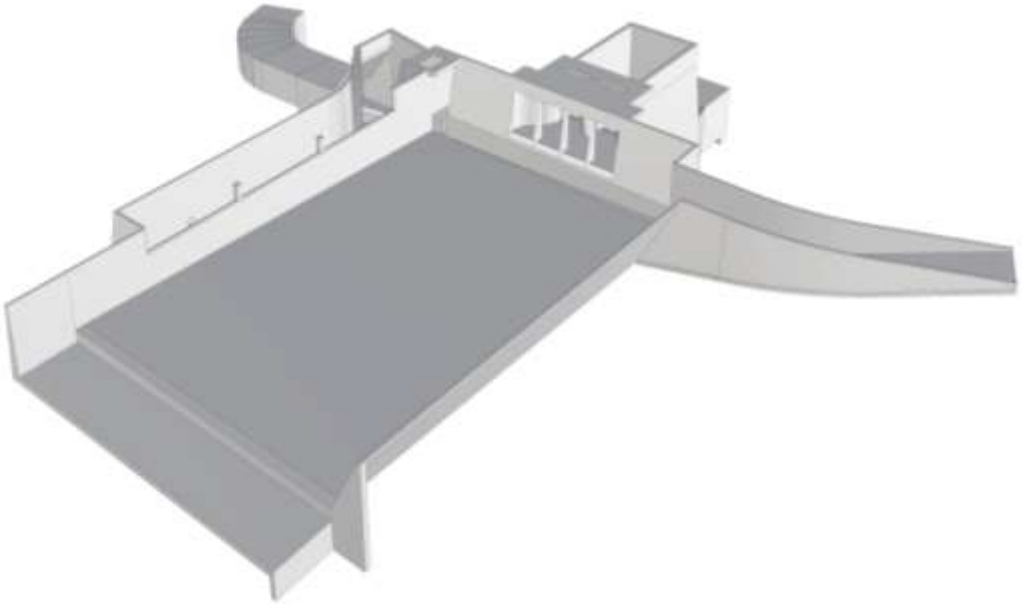


Figura 1. 7: Vertedero lateral
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

El caudal evacuado por el vertedero lateral es descargado a un canal que se ubica paralelo al desarrollo del vertedero, el mismo que recoge los caudales descargados. Este canal está conformado por 4 cuencos disipadores de energía de profundidad variable que amortigua la caída del agua disipando su energía en ruta.

1.6.1.4 Conducción

El caudal captado por la obra de toma superficial del proyecto HIDROQUEST será conducido hacia la casa de máquinas mediante una tubería de acero de baja y alta presión, que se desarrolla por la margen derecha del río Upano. Esta tubería se inicia aguas abajo del pozo de carga en la abscisa 0+000, la cota de la solera de la tubería se sitúa en la 1540.28 msnm tiene un diámetro interno de 3.50 m y una longitud desarrollada de 8524 m hasta la interconexión con la chimenea de equilibrio; a continuación, se desarrolla la tubería de presión que tiene una longitud de 476 m hasta el trifurcador, esta tubería tiene el mismo diámetro que la tubería de baja presión. La tubería de baja y alta presión conforma la conducción del sistema de generación del proyecto HIDROQUEST.

1.6.1.4.1 Tubería de baja presión

La conducción de baja presión se inicia al final del pozo de carga cuya solera se ubica en la cota 1538.40 msnm, el eje del inicio de la conducción se localiza en las coordenadas: Norte 9753738.304 – Este 803858.561, el trazado de la conducción se desarrolla por la margen derecha del río Upano donde se ha diseñado una tubería de acero enterrada de 3.50 m de diámetro junto a una pista para su

construcción y que a su vez constituirá el camino de acceso a las diferentes obras del proyecto. La longitud de la conducción hasta el eje de la interconexión con la chimenea de equilibrio es de 8524 m.

Dadas las condiciones morfológicas y geológicas por donde se desarrolla el trazado de la conducción, para el acceso, montaje y colocación de la tubería se deberá excavar una plataforma a cielo abierto con un ancho mínimo de 14.10 m. De acuerdo a las recomendaciones del estudio geológico-geotécnico se ha considerado taludes de corte 1:3 (H:V), alturas de berma de 7 m y ancho de berma de 1.50 m con cuneta.

El ancho de esta plataforma permite implementar los siguientes espacios para la construcción en el caso de cortes abiertos:

- 6 m para el montaje de la tubería
- 8.10 m se utilizará para la colocación de la tubería, debiendo excavarse una zanja del tipo trapezoidal con taludes 1:3 (H:V) en ambos lados; y,
- 4.70 m será el ancho base del cajón de la tubería.

La plataforma para el montaje de la tubería podría construirse en relleno con taludes 1:1 (H:V).

Los taludes de corte antes indicado podrían variar en función de las características geológicas a lo largo del desarrollo de la conducción, los mismos que serán definidos en la fase de construcción. En la siguiente figura se puede observar la sección transversal tipo de la conducción.

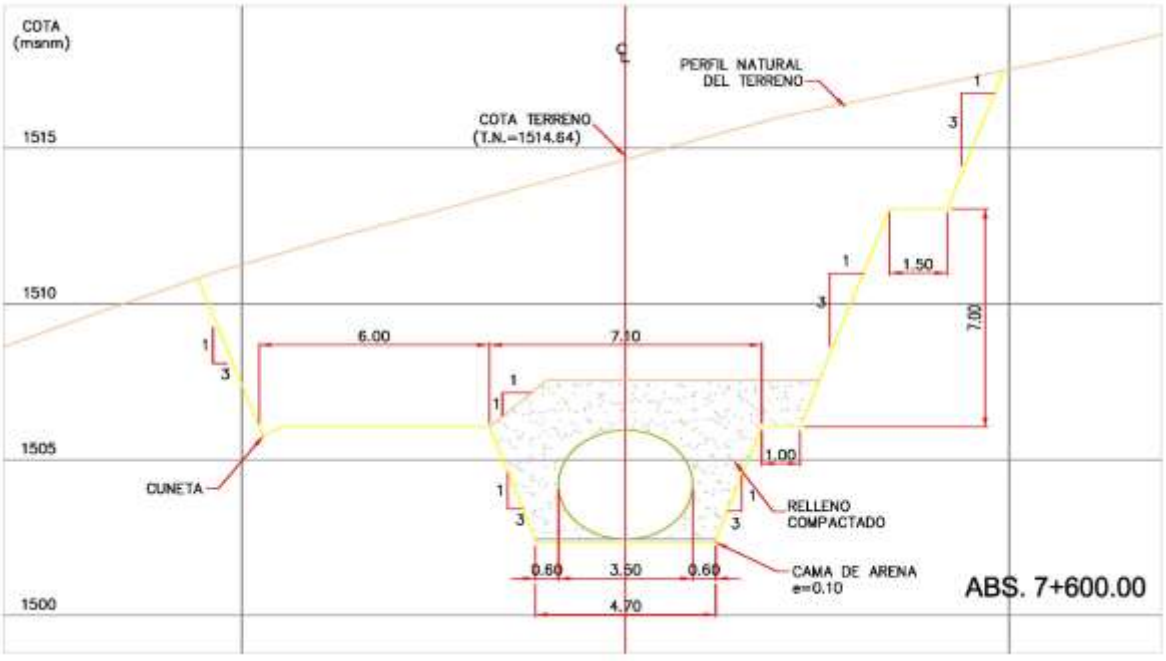


Figura 1. 8: Sección transversal – Conducción de baja presión
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

El trazado horizontal y vertical de la conducción se lo ha realizado manteniendo el cajón para la instalación de la tubería siempre en corte y evitando en lo posible cortes muy altos que alteren las condiciones geológicas de la zona.

De los estudios realizados se adoptó que el diámetro de la tubería de baja presión es de 3.50 m, lo que da una sección hidráulica de 9.6212 m2, las velocidades medias de la tubería de baja presión para diferentes caudales de operación de las turbinas se pueden observar en el siguiente cuadro.

Caudal Equipo (m3/s)	Número de unidades funcionando	Diámetro tubería (m)	Velocidad media (m/s)
11.177	1	3.50	1.162
22.353	2	3.50	2.323
33.530	3	3.50	3.485

Tabla 1. 1: Velocidades medias de la tubería de baja presión
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

En la figura a continuación se indica el perfil longitudinal de la tubería.

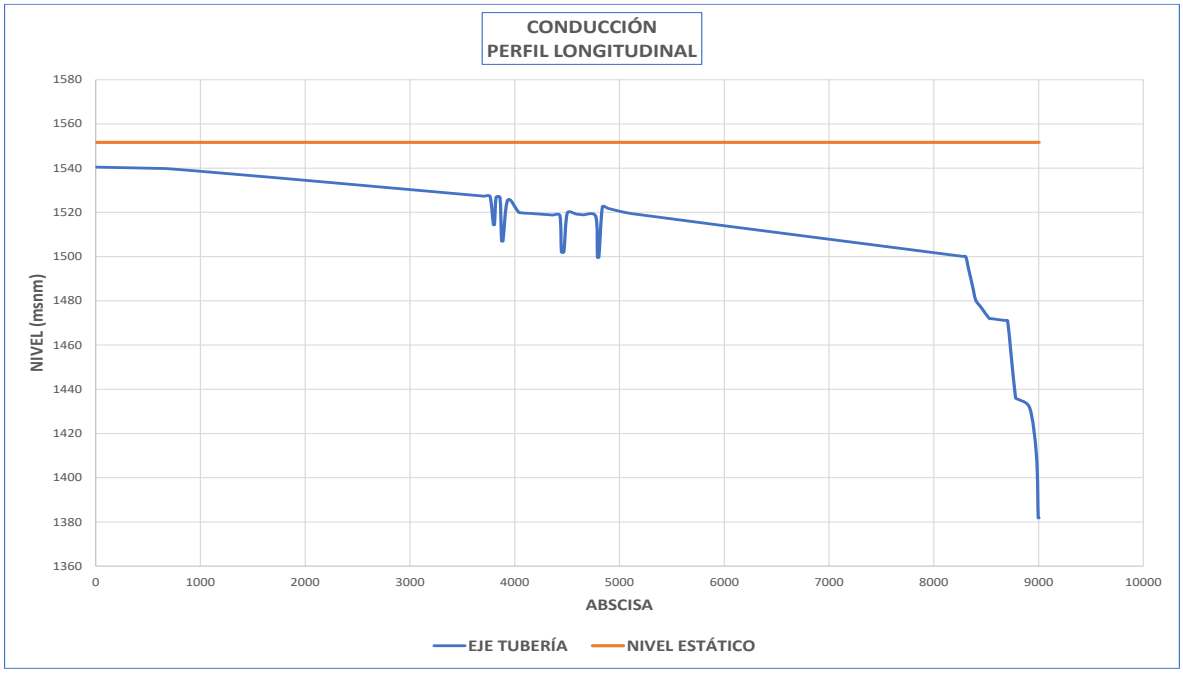


Figura 1. 9: Conducción – Perfil longitudinal
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

De lo cálculos realizados se puede observar que la velocidad media de la tubería de baja presión es de 3.485 m/s, la misma que se encuentra dentro del rango normal para este tipo de proyectos; razón por lo cual, se adopta el mismo diámetro para la tubería de presión que se deberá instalar desde la base de la chimenea de equilibrio hasta el trifurcador.

De acuerdo con el trazado vertical de la tubería de conducción se requiere la instalación de cuatro sifones a lo largo de su desarrollo, donde se colocarán

válvulas de drenaje con sus respectivas válvulas de aire-vacío para el lavado y vaciado de la tubería.

1.6.1.4.2 Chimenea de equilibrio

La chimenea de equilibrio parte desde el punto de confluencia de la tubería de baja presión y la tubería de presión en la cota 1471.99 msnm, localizada en las coordenadas: Norte 9756497,5135 – Este 809730.9118. La chimenea de equilibrio es del tipo de orificio restringido conformada por una tubería enterrada que se desarrolla en la ladera derecha localizada sobre la pista de las tuberías de baja y alta presión. Tiene una longitud de 126 m y un diámetro interno de 5.45 m, en la base de la chimenea se ha diseñado un orificio de 1.70 m. La tubería de interconexión entre la base de la chimenea y el eje de la conducción principal tiene una longitud de 53 m y un diámetro interno de 3.50 m.

El análisis en flujo no permanente se centró en el estudio de un rechazo total de carga o cierre de las tres unidades de generación, adoptando un tiempo de cierre de 12 segundos. Los resultados obtenidos se observan en la figura a continuación.

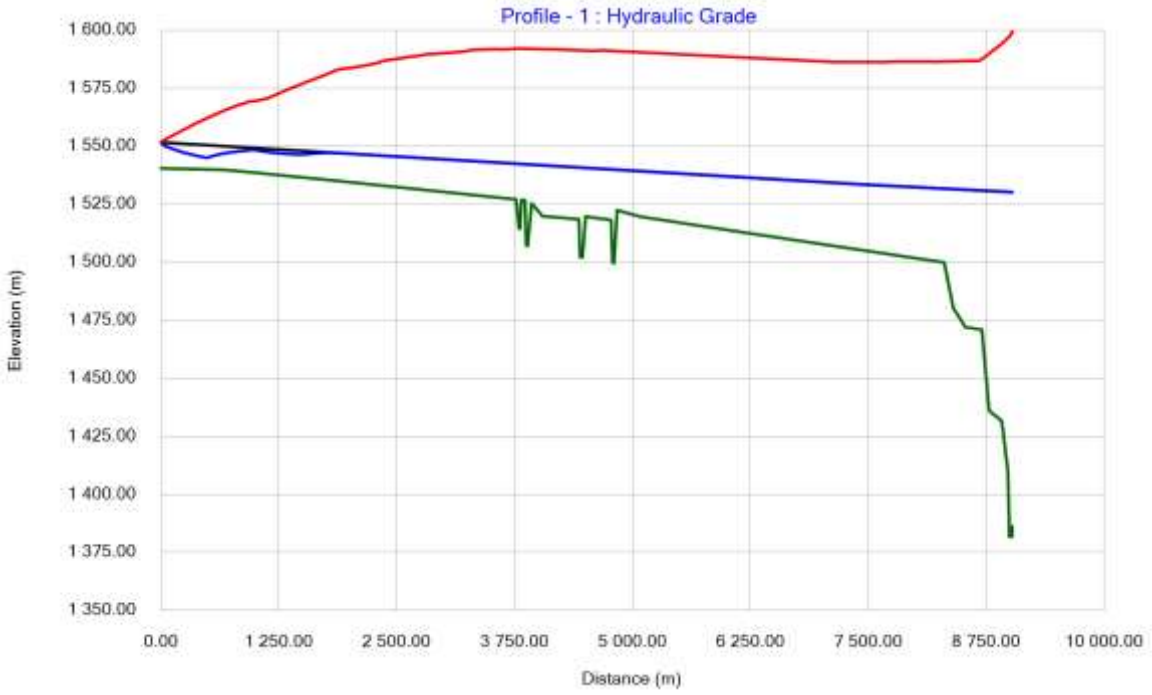


Figura 1. 10: Sistema de generación – Niveles dinámicos máximos
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

Para la demanda de carga se considera que el tanque de carga se encuentra en el nivel mínimo de operación 1550.17 msnm y la modelación se realiza con las pérdidas hidráulicas de carga máximas, adoptando una apertura sucesiva de las tres unidades en 50 segundos por cada unidad, esta maniobra permite ubicar la línea dinámica mínima a lo largo de la tubería de conducción y garantizar que la tubería siempre va a estar ubicada por debajo de esta línea. Los resultados obtenidos se indican en la siguiente figura.

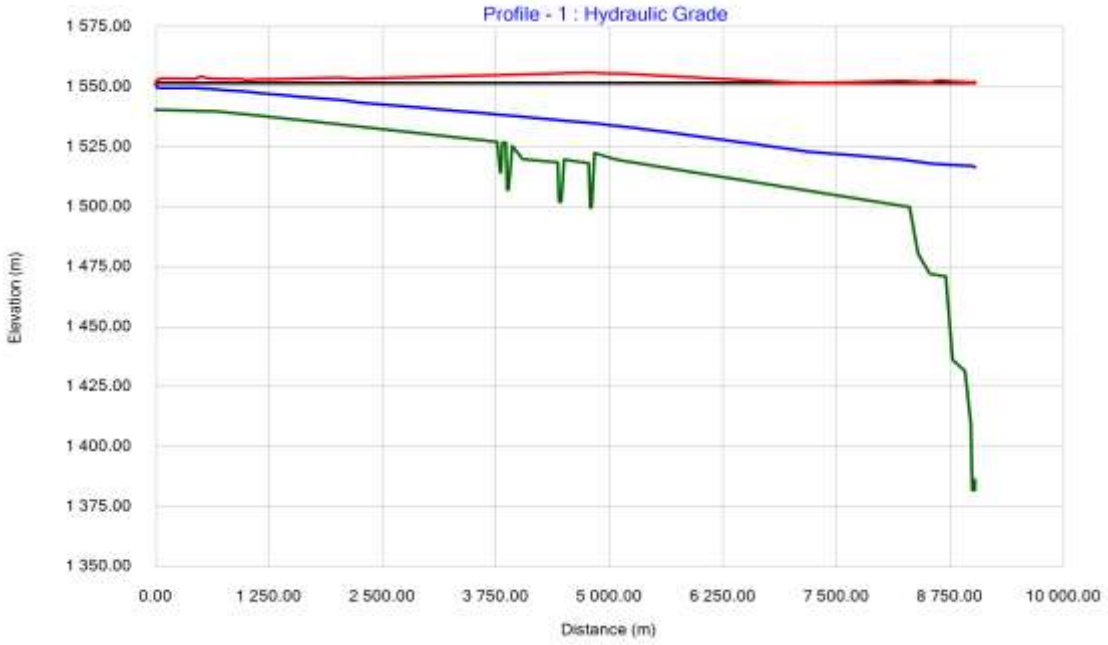


Figura 1. 11: Sistema de generación – Niveles dinámicos mínimos
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

En base de los estudios realizados se obtienen los niveles característicos de la chimenea que son:

- Nivel corona muro perimetral de la chimenea 1589.64 msnm
- Nivel plataforma de acceso a la chimenea 1587.14 msnm
- Nivel máximo de oscilación 1586.76 msnm
- Nivel mínimo de oscilación 1518.09 msnm
- Nivel eje orificio restringido 1506.02 msnm
- Nivel eje interconexión con tubería de conducción 1471.99 msnm

1.6.1.4.3 Tubería de presión y ramales del distribuidor

La tubería de presión se inicia desde la confluencia de la tubería de baja presión y la tubería de interconexión con la chimenea de equilibrio en la abscisa 8 + 549.97 hasta alcanzar al trifurcador que se encuentra ubicada aguas arriba de la casa de máquinas localizada en las coordenadas Norte 9756270.453 – Este 810065.127. La tubería de presión será igualmente enterrada, de acero con un diámetro interno de 3.50 m y con una longitud desarrollada de 476 m. La tubería de presión dispondrá de bloques de anclaje en cada uno de los cambios de dirección.

Al final de la conducción se ubica el trifurcador que lleva el agua hacia cada una de las turbinas. En el siguiente cuadro se indican los diámetros y velocidades del ramal.

ITEM	CAUDAL (m3/s)	DIÁMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)
Tubería de presión	33.53	3500	3.485
Ramales 1,2 y 3	11.177	2021	3.484
Tramo de ajuste	11.177	1400	7.260

Tabla 1. 2: Ramal distribuidor – Velocidad media
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

Al final de los ramales se ha diseñado una transición cónica para pasar al diámetro de la tubería de ajuste, donde se instalarán las válvulas de guardia de la turbina que tienen un diámetro de DN 1400 mm. Desde el final de la tubería de presión hasta la casa de máquinas los ramales irán totalmente embebidos de hormigón.

1.6.1.5 Casa de Máquinas y sistema de generación

El proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST es una central de pasada con caudales turbinados de hasta 33.53 m3/s. El régimen hidrológico del río Upano, caracterizado por un período húmedo desde abril hasta septiembre y un período seco de noviembre a febrero, con un amplio rango de variación de caudales, requiere la instalación de 3 unidades, ya que en el período seco podría funcionar una sola unidad con una aceptable eficiencia.

La casa de máquinas del proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST, estará ubicada en las inmediaciones de la confluencia de los ríos Upano y Abanico, en una plataforma excavada en la orilla derecha del río Upano. Esta plataforma se encuentra situada en la cota 1391.55 msnm, misma que fue definida en base de las dimensiones del equipamiento electromecánico y del estudio de modelación matemática del río. Para este estudio se consideró un tiempo de retorno de 500 años para los ríos Upano y Abanico que corresponde a un caudal de crecida de 1556 m3/s y 1613 m3/s respectivamente.

Figura 1. 12: Vista general de la zona de ubicación de la Casa de Máquinas de HIDROQUEST
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

Para la selección del tipo de turbina a ser instalada en la central hidroeléctrica HIDROQUEST se requieren los siguientes datos que se indican en el cuadro a continuación.

ITEM	DATOS
Caudal equipo (m3/s)	33.53
Número de unidades	3
Caudal por unidad (m3/s)	11.177
Altura bruta (m)	164.29
Pérdidas de carga (m)	16.55
Altura neta (m)	147.74

Tabla 1. 3: Datos característicos para la selección del tipo de turbina
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

Considerando la Figura a continuación y los datos indicados en la tabla 1.3 se ha seleccionado una turbina tipo Francis de eje horizontal.

La casa de máquinas se halla localizada junto a la subestación en una plataforma emplazada en la margen derecha del río Upano en la cota 1391.55 msnm, donde se instalarán 3 turbinas Francis de eje horizontal con una potencia instalada de 45 MW.

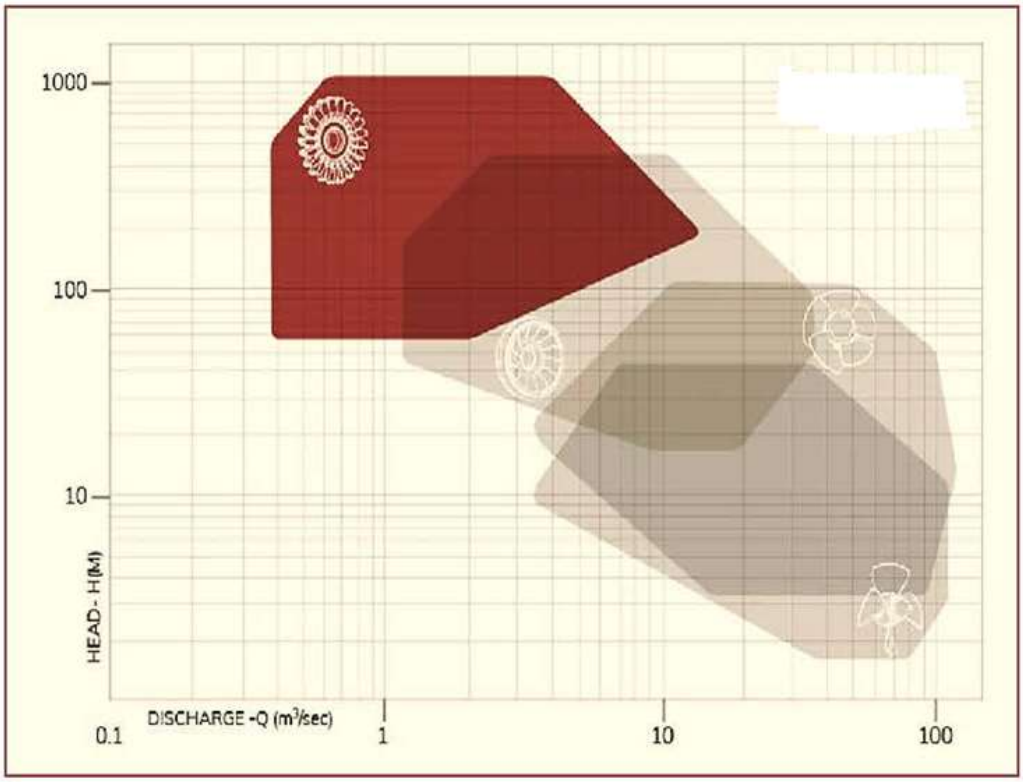


Figura 1. 13: Selección tipo de turbina
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

Las características y dimensiones principales de la turbina se indican en el siguiente cuadro.

ITEM	RESULTADOS
Caudal por unidad (m3/s)	11.177
Velocidad sincrónica generador (rpm)	600
Eficiencia turbina (%)	94.30
Eficiencia generador (%)	98.50
Potencia instalada (KW)	45000
Potencia turbina (KW)	15228
Potencia generador (KWA)	16667
Número de polos del generador	12
Diámetro válvula de guardia turbina (mm)	1400
Diámetro rodete turbina (mm)	1203

Tabla 1. 4: Características de la Turbina y Generador
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

La plataforma de la casa de máquinas y el patio de maniobras se sitúa en la margen derecha río Upano aguas arriba de la confluencia del río Upano con el río Abanico. Para el efecto se considera una crecida en el río Upano de 1556 m3/s que corresponde a un tiempo de retorno de 500 años, una crecida en el río Abanico de 1613 m3/s y un caudal total de 3169 m3/s en río Upano aguas abajo de la confluencia con el río Abanico.

Para la determinación del nivel máximo de crecida se ha realizado una modelación matemática de los cauces de los ríos Upano y Abanico utilizando el programa computacional HEC RAS desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de Norteamérica. En la siguiente figura se indican el nivel del espejo del agua del río Upano para la ubicación de la plataforma de casa de máquinas.

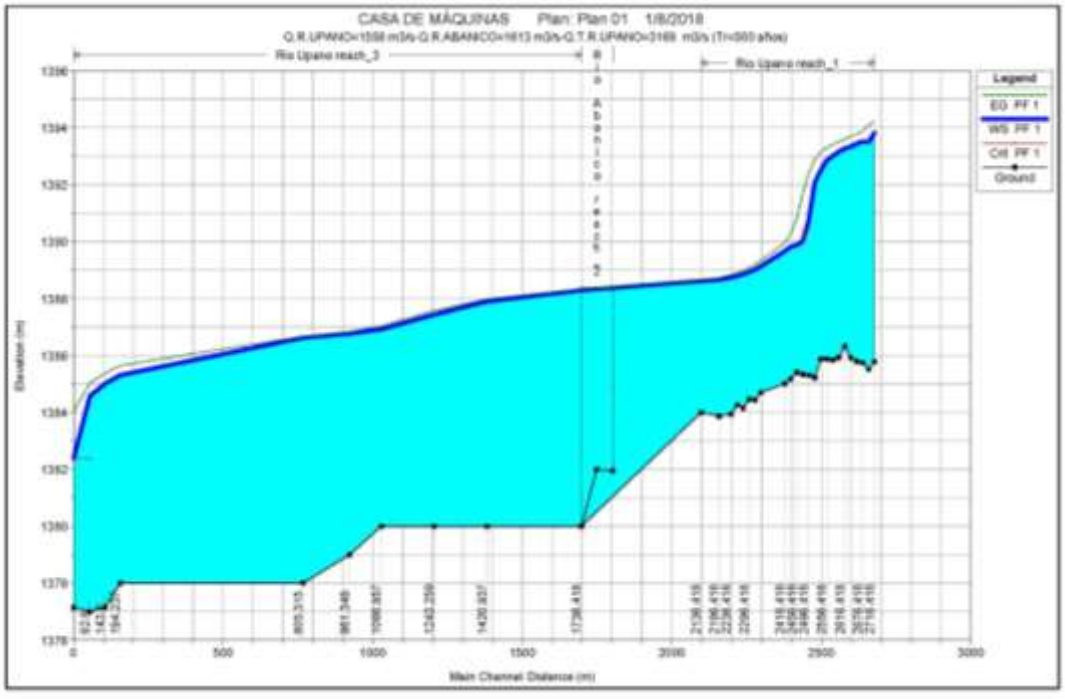


Figura 1. 14: Río Upano-Nivel espejo agua sector casa de máquina
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

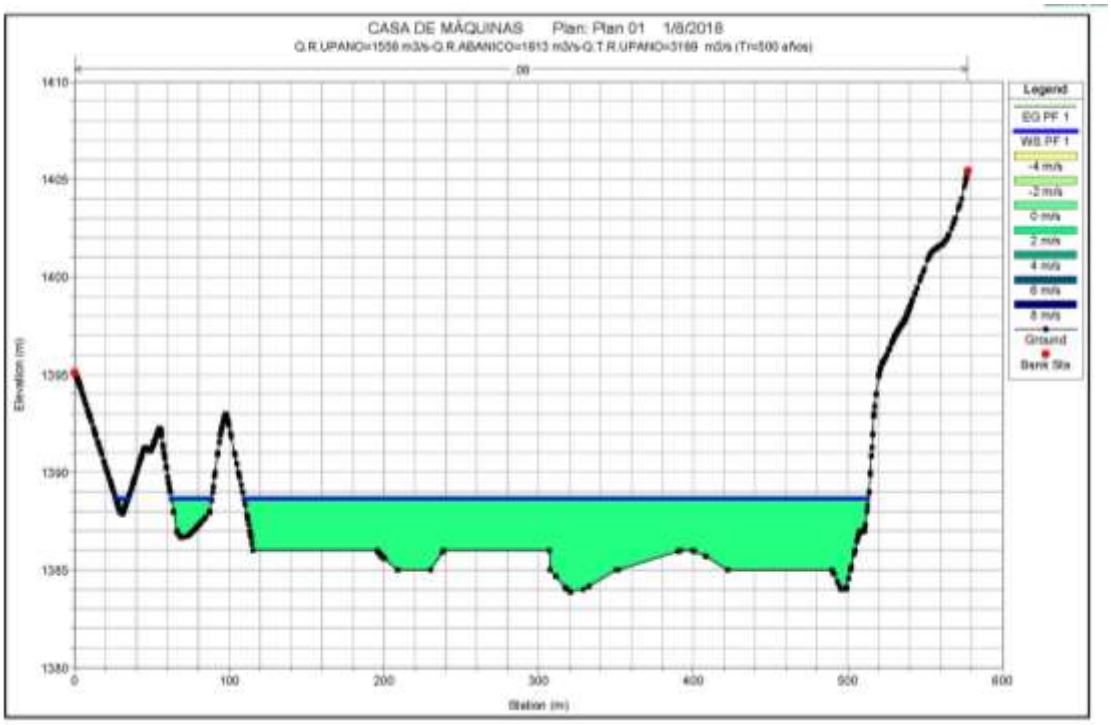


Figura 1. 15: Río Upano – Sección transversal Casa de Máquinas
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

En el siguiente cuadro se indica los resultados obtenidos de la modelación hidráulica de los ríos Upano y Abanico en el sector de la casa de máquinas.

ITEM	RESULTADOS
Caudal de crecida río Upano sector casa de máquinas (m3/s)-Tr= 500 años	1556
Caudal de crecida río Abanico sector casa de máquinas (m3/s)-Tr= 500 años	1613
Caudal de crecida total río Upano aguas abajo de la confluencia con R. Abanico	3169
Nivel máximo crecida (Tr= 500 años) (msnm)	1389.82
Altura de seguridad	1.73
Nivel plataforma de casa de máquinas (msnm)	1391.55
Nivel espejo agua descarga 1 turbina (msnm)	1387.38
Nivel corona vertedero descarga turbina (msnm)	1386.60
Nivel eje turbina (msnm)	1383.71

Tabla 1. 5: Niveles casa de máquinas
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

Considerando los niveles de crecida calculados la plataforma de la casa de máquinas se ubica en la 1391.55 msnm. Además, con la finalidad de aislar la plataforma de la casa de máquinas del cauce del río Upano se ha diseñado un murete de hormigón longitudinal de 1 m de alto desde el inicio de la excavación de la subestación hasta el fin de la plataforma, obteniendo así una altura de seguridad de unos 3.60 m; lo que garantiza una altura de seguridad adecuada para el paso de caudales de crecida de hasta 1556 m3/s.

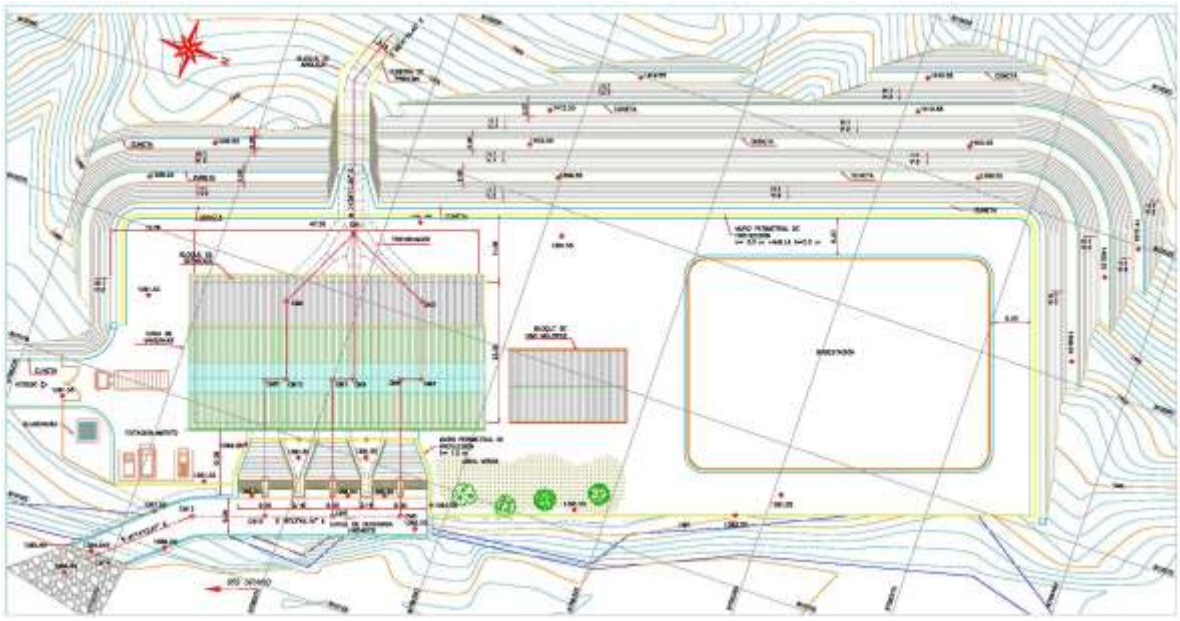


Figura 1. 16: Implantación de la casa de máquinas
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

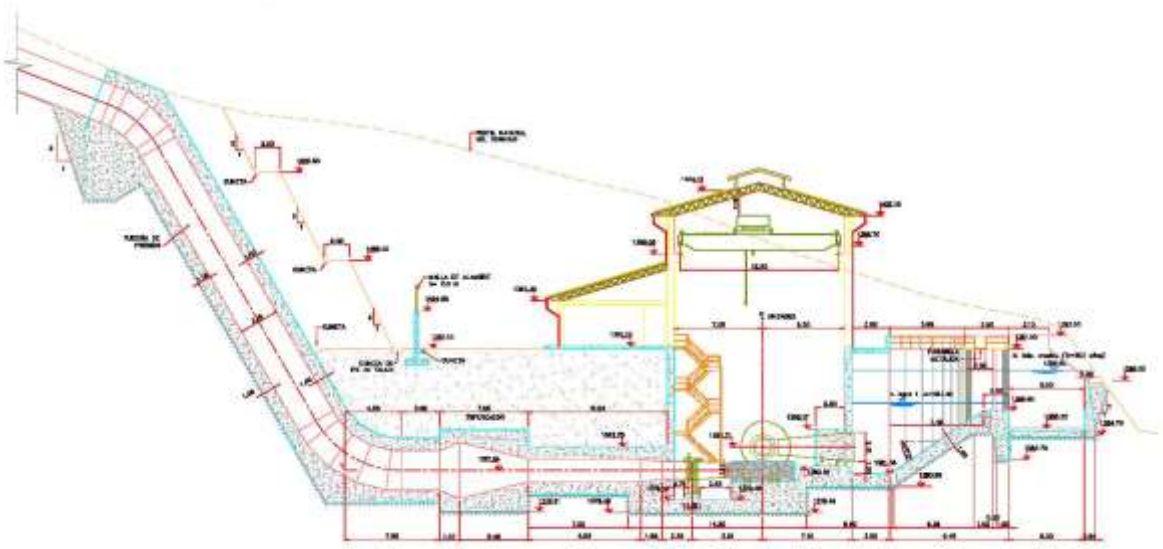


Figura 1. 17: Sección transversal de la casa de máquinas
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

La casa de máquinas tendrá una superficie aproximada de 1094 m2. La estructura de la casa de máquinas será de hormigón armado y la cubierta de estructura metálica. En ella se alojarán las tres unidades de generación conformadas por turbinas Francis de eje horizontal con una potencia instalada de 45 MW. Además, la casa de máquinas deberá alojar a las tres válvulas de guardia tipo mariposa, los reguladores de velocidad, puente grúa, el sistema digital de control, supervisión y comunicaciones y los sistemas eléctricos y mecánicos auxiliares.

Adicionalmente, la casa de máquinas deberá contemplar la incorporación de la sala de control, oficina, baterías de baños, taller y bodega.

Las principales dimensiones de la casa de máquinas se obtienen añadiendo los espacios necesarios para las actividades de operación, mantenimiento y montaje inicial. La casa de máquinas será una edificación semienterrada de dos plantas de aproximadamente 25.61 m de altura cuyo piso principal está en el nivel 1391.75 msnm.

Básicamente la casa de máquinas es una estructura donde se pueden distinguir 2 niveles principales que son los siguientes:

- Piso de control y área de montaje
- Piso de Turbinas y generadores

La central estará servida por un puente grúa que a través de las escotillas convenientemente dispuestas servirán también para el izaje de los equipos.

La estructura de casa de máquinas y de las obras de descarga será en su totalidad de hormigón armado, a excepción de la cubierta que será de estructura de acero recubierta con paneles metálicos termoacústicos.

Adyacente a la casa de máquinas se tendrá la subestación que ocupa un área de 1833 m2.

1.6.1.6 Descarga

El caudal turbinado será conducido a través del tubo de aspiración hacia la cámara de salida de cada unidad, la misma que está conformada por un vertedero de pared gruesa de tipo trapezoidal. La cota de la cresta del vertedero es igual para las tres unidades y se encuentra situada en la 1386.60 msnm.

La solera de cada tanque de salida se ubica en la cota 1381.55 msnm y tiene una longitud de 3.00 m hasta la rampa de salida del vertedero que tiene un talud de 34° con respecto a la horizontal. Sobre la cresta de los vertederos de descarga se han instalado compuertas que permiten aislar la cámara de carga del cauce natural del río para incomunicar y vaciar los tubos de aspiración cuando se realice el mantenimiento de la central.

Cada vertedero tiene un ancho de 9m, con una pila central de 1m de ancho, que permite la instalación de dos compuertas planas de 4 m de ancho en cada unidad.

Para el caudal turbinado de 11.177 m3/s que se descarga por cada unidad el nivel del espejo del agua en el tanque de salida se ubica en la 1387.38 msnm. Los caudales turbinados son restituidos al cauce natural del río Upano a la cota 1384.64 msnm, mediante un canal de sección rectangular que tiene un ancho en la base de 6 m, el mismo que trabaja a flujo libre.

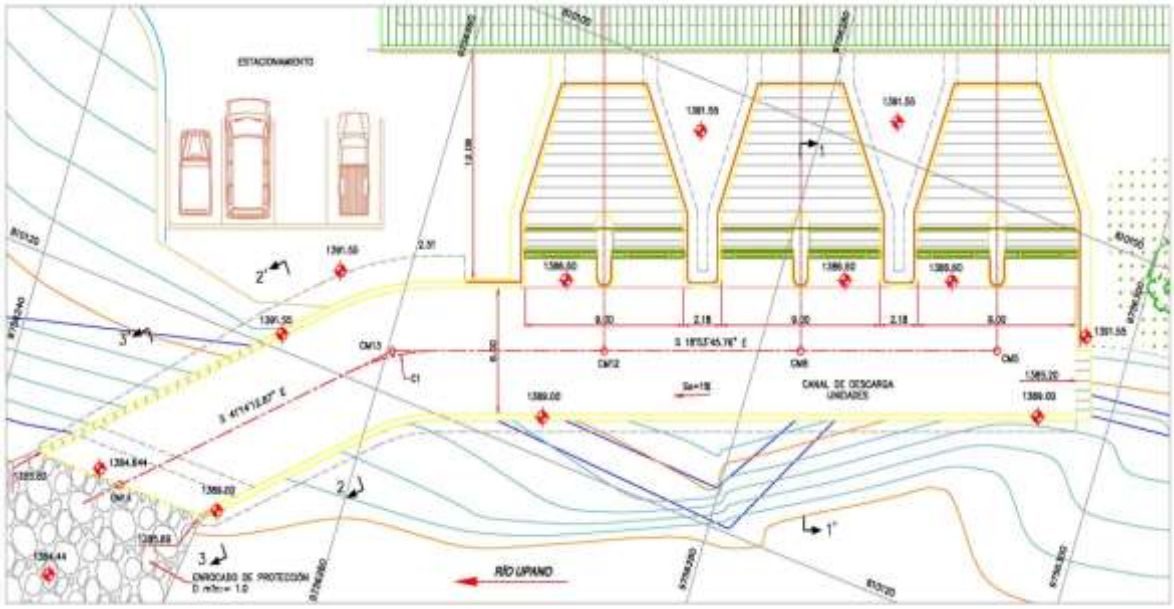


Figura 1. 18: Implantación canal de descarga
Fuente y elaboración: Estudios HIDROQUEST

1.6.1.7 Línea de transmisión

La central Hidroquest se conectará a la subestación ubicada junto a la casa de máquinas de la central Normandía, para lo cual será necesario construir 9 torres hasta el empate con la torre 11 de Hidronormandía.

La LT utilizará un cable ACAR 750 MCM, cable de guardia OPGW 24 fibras y aisladores de vidrio. El vano promedio tendrá una longitud de 350 m.

El trazado inicia en la S/E Hidroquest, se optó por buscar el trazado cruzando desde el sitio de casa de máquinas hasta la vía Riobamba- Macas, en donde la LT se empata con la LT de Hidronormandía y se transporta la energía hacia la S/E Normandía para de ahí ser evacuada.

La LT de Hidroquest está conformada por 9 torres hasta su empate con la LT Normandía, atraviesa zonas alteradas en su mayoría con poco relictos boscosos.

El cable de guardia debe resistir durante 0.1 segundos, la corriente de cortocircuito fase a tierra prevista para la línea, sin que su temperatura se eleve a más de 200 ºC, considerando nula la disipación de calor del cable guardia. Adicionalmente para el caso de descargas atmosféricas el cable debe resistir, durante un milisegundo, la corriente máxima prevista para las descargas atmosféricas. En este caso la temperatura que alcance el cable de guardia, deberá ser inferior a la de su punto de fusión, considerando nula la disipación de calor del cable guardia.

La norma señala, además que "el diámetro exterior de los cables de guardia deberá ser superior a 8.0 mm".

Los accesorios serán de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica y deberán ser prácticamente inalterables a la acción corrosiva de la atmósfera. Los pernos, adaptadores, grilletes, grapas de suspensión y retención para el hilo de guardia, pernos U, adaptadores tipo "Y", adaptadores tipo socket, rótulas y otros serán de acero o de hierro protegidos contra la corrosión mediante galvanizado por inmersión en caliente. Los materiales deben ser de tal manera que no se presente peligro de destrucción por corrosión galvánica.

Las grapas de suspensión y de anclaje para los conductores serán construidas con el cuerpo de aluminio, los pasadores y los elementos de ajuste serán de acero galvanizado. Las grapas de retención (anclaje) serán del tipo compresión y la resistencia de estos elementos será igual o superior a la resistencia electromecánica de los aisladores utilizados. En las grapas de suspensión, los conductores estarán protegidos mediante varillas de armar.

Tanto los aisladores como los accesorios de sujeción a la estructura deberán ser diseñados de forma que puedan ser reemplazados usando equipo convencional para trabajo en línea energizada.

Para la ubicación de la línea de transmisión, se usarán torres autosoportantes de acero galvanizado, de tronco piramidal, construidas con perfiles de acero galvanizado resistente a la corrosión, apernados entre sí. Cada torre tendrá su conexión eléctrica a tierra como medida de protección.

Las torres serán proyectadas de modo que no se presenten deformaciones permanentes en sus elementos metálicos. Será de diseño adecuado para soportar todas las cargas longitudinales y transversales que se determinen en el cálculo mecánico, considerando los factores de sobrecarga establecidas en las normas de diseño. Se realizarán las medidas topográficas de comprobación de ubicación, alineaciones o vanos; y, la verificación de puntos de acercamiento del conductor al suelo. En cada sitio de torre, se materializará con hitos de hormigón, los centros de las torres con los respectivos hitos de entrada y salida.

La altura de las torres estará en función de las distancias de seguridad de los conductores con respecto al suelo, se estima que la altura promedio de las torres será de 30 metros, considerando que el vano promedio de la línea, en terreno plano, será de 250 metros.

La cimentación sobre suelo se hará excavando hasta dejar una superficie perfectamente plana (sobre suelo sin disturbar) de una capacidad soportante adecuada. Se hará la excavación estrictamente necesaria para el tipo de cimiento aprobado y se limitará las operaciones a un área de trabajo mínima usando procedimientos eficientes de construcción. Las excavaciones para las cimentaciones estarán limitadas por las facilidades de colocación del hormigón o

por las dimensiones dadas en los respectivos planos para cimientos, especialmente cuando el hormigón deba colocarse sobre el suelo no perturbado.

Se realizará una inspección, luego de terminados los trabajos de cimentación, con el fin llenar y compactar las depresiones excesivas que se produzcan por asentamiento del relleno, por consolidación o por erosión, en los cimientos o zapatas de hormigón.

Todas las estructuras auto soportadas de las líneas de transmisión podrán tener cimentaciones tipo zapatas, parrillas, pilas o tipo anclaje. Dichas cimentaciones se comportan como un electrodo vertical de puesta a tierra, cuya resistencia está en paralelo con la resistencia del electrodo vertical (varilla de puesta a tierra) y horizontales (contrapesos).

Se tenderá un conductor ACAR para lo cual previo al inicio de los trabajos, debe inspeccionarse todo el equipo de tendido, poleas, empalmes temporales, cables de templado y sus accesorios. Todos los elementos que se usen para el tendido tendrán acabados que impidan cualquier daño a los cables. El tendido de los conductores se hará ejerciendo un control cuidadoso y utilizando equipos mecánicos provistos de cabrestantes dentados.

Para asegurar que la tensión del conductor no fluctúe indebidamente ni exceda los valores especificados se proveerá un sistema de registro de tensión en el extremo de tensar. Estos equipos deben tener doble tambor con un diámetro igual o mayor a 30 veces el diámetro del conductor. La superficie de contacto del tambor debe ser acanalada para acomodar el cable de tendido o el conductor. El tambor debe tener espacio para acomodar al menos tres vueltas y media de conductor o de cable de guardia con fibra óptica tipo OPGW.

El malacate (winche) debe contar con alarma visual-auditiva y parada automática para sobre tensiones mecánicas.

Las distancias de seguridad son de obligatoria aplicación entre conductores de líneas de transmisión y cualquier otro tipo de infraestructura o elemento en cercanías de la línea de alta, redes, edificaciones o estructuras en general, pasos vehiculares o peatonales, nivel del terreno, etc.

Las distancias para franjas de servidumbre estarán acorde a la RESOLUCIÓN Nro. ARCONEL-018/18 REGULACIÓN Nro. ARCONEL 001/18, la cual establece en función del voltaje de la línea eléctrica, la servidumbre necesaria:

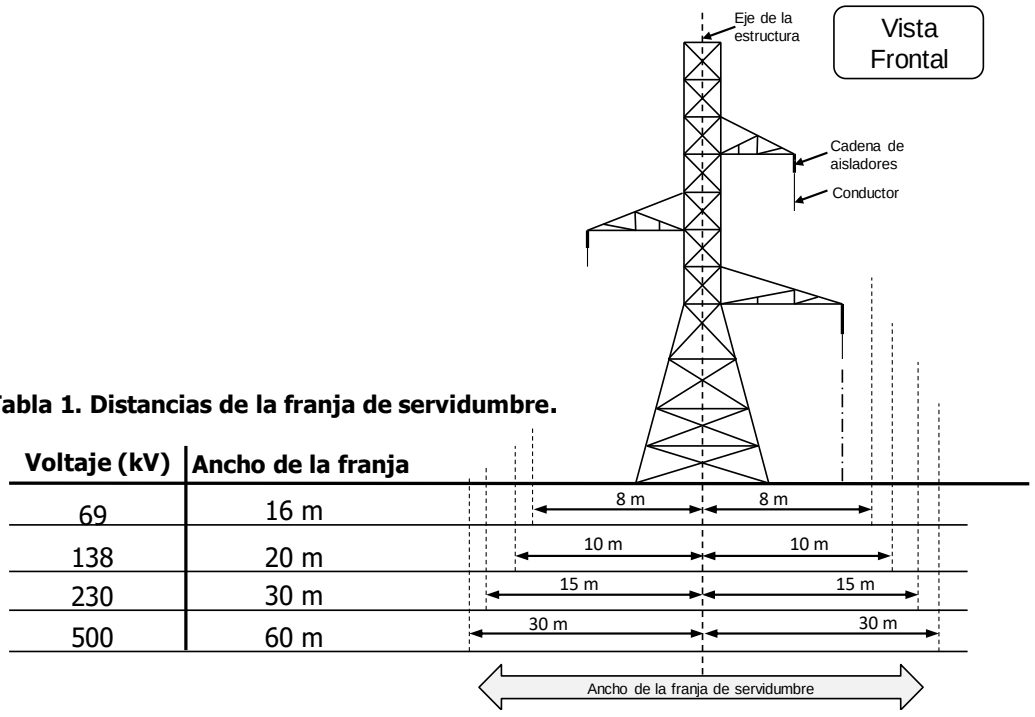


Tabla 1. Distancias de la franja de servidumbre.

Voltaje (kV)	Ancho de la franja
69	16 m
138	20 m
230	30 m
500	60 m

Figura 1. 19: Ancho de las franjas de servidumbre
Fuente: Resolución Nro. ARCONEL-018/18 REGULACIÓN Nro. ARCONEL 001/18

En el caso de la LT asociada del proyecto hidroeléctrico Hidroquest, la servidumbre de la LT será de 30m.

Cabe señalar que dentro de la franja de servidumbre está prohibido el levantamiento de construcciones o edificaciones de cualquier tipo. La siembra de especies dentro de las franjas de servidumbre se puede realizar, siempre que se mantenga una distancia mínima (d) desde el conductor más bajo hacia la parte superior de la vegetación o cultivo en edad adulta. Para el caso de la LT con Voltaje superior a 69 kV hasta 230 kV, la distancia mínima es de 6m.

La siembra de especies dentro de las franjas de servidumbre (banano u otros cultivos) se puede realizar, siempre que se mantenga una distancia mínima (d) desde el conductor más bajo hacia la parte superior de la vegetación o cultivo en edad adulta, aplicando los siguientes valores:

- Voltajes iguales o inferiores a 69 kV, d= 4 m;
- Voltaje superior a 69 kV hasta 230 kV, d= 6 m; y,
- Voltajes mayores a 230 kV, d= 9 m.

1.6.1.8 Caminos de acceso

Al sitio del proyecto se accede por la carretera asfaltada de primer orden que une las ciudades Riobamba – Macas.

Al sitio de interconexión se accede desde la vía asfalta Riobamba-Macas por el camino de acceso que conduce a la casa de máquinas de Normandía, la infraestructura de interconexión estará localizada junto a la casa de máquinas de Normandía.

Para la construcción de Casa de Máquinas y las diferentes obras hidráulicas del proyecto HIDROQUEST se construirá un camino de acceso de aproximadamente 4 Km de longitud el cual servirá también para el mantenimiento y operación.

La vía de acceso, toma en consideración la direccionalidad Oeste-Este hacia la casa de máquinas presentando las siguientes características:

Longitud	4+225.00
Pendiente máxima	12.80%
Pendiente mínima	5.40%
Número de obras de arte	0 (No hay presencia de pasos de agua)
Movimiento de tierras	Alto

Tabla 1. 6: Características vía de acceso
Fuente: Estudios HIDROQUEST

Para el diseño geométrico, tanto vertical como horizontal, se usarán las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras que rigen en el Ecuador el Manual Para Diseño Geométrico De Carreteras – 2003, adicionalmente se usarán las NEVI-12 a manera de referencia al ser una normativa que hasta la fecha no se encuentra aprobada.

La sección transversal propuesta consta de:

- Calzada de seis (4.50) metros
- Apertura de 0.75 metros a cada lado, la cual servirá para cunetas o margen de seguridad.

Esto da una sección de 6.00 metros en total, según detalle adjunto

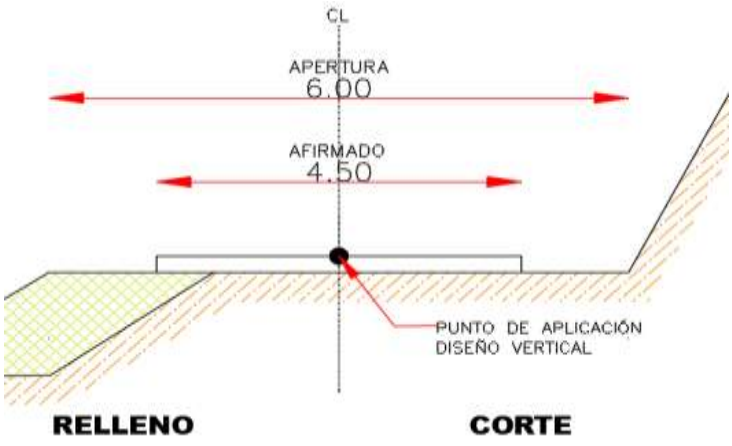


Figura 1. 20: Sección Transversal Típica de la Vía de Acceso
Fuente: Estudios HIDROQUEST

Esta sección tendrá un bombeo transversal del 3% ya que la vía tendrá un terminado a nivel de afirmado por tanto se garantiza un adecuado drenaje, según recomendaciones del Manual de diseño geométrico de carreteras – 2003.

Las pendientes de diseño que se toman en el proyecto vial dependen del tipo de topografía del terreno por el cual se emplazará el trazado vial. En nuestro caso, el proyecto se cataloga como "C3" que equivale a un camino Agrícola/Forestal donde su pendiente máxima es del 16%. Las pendientes no deben superar al 12 % en las curvas horizontales cuyo radio de curvatura sea menor a 100m, utilizando curvas de transición o espirales.

Estas pendientes son necesarias serán considerados en tramos cortas para garantizar su correcto funcionamiento y seguridad del vehículo.

Con respecto a la velocidad de Diseño (Vd) esta será de 30km/h en tramos favorables y Vd = 20km/h en tramos críticos, con pendientes elevadas y donde sea necesario usar radios de curvaturas horizontales mínimas.

Tomando en cuenta una velocidad de diseño de 20km/h con un peralte de del 4% máximo, el radio de curvatura mínimo es de 15.00 metros, por lo que se asume un radio de curvatura mínimo de 20.00m.

1.6.1.9 Campamentos

Para el presente proyecto la empresa contratista encargada de las actividades mantendrá campamentos temporales en las poblaciones de Macas y 9 de octubre en las áreas urbanas, para lo cual arrendará instalaciones de hospedaje y alimentación para el personal externo que no sea de la comunidad. Estas instalaciones contarán con todas las facilidades necesarias. De igual manera se podría arrendar el campamento temporal ubicado en la parroquia 9 de Octubre, sector Cugusha, utilizado para la construcción del proyecto Hidronormandia.

De esta manera, no se producirán vertimientos de desechos líquidos hacia el ambiente, sino hacia los sistemas de alcantarillado urbanos. Así mismo se asegurará la disposición de desechos a través de los sistemas de recolección urbana.

En los frentes de trabajo se instalarán carpas para comedores temporales con las condiciones higiénicas necesarias para su funcionamiento. El abastecimiento de comida se realizará desde la población 9 de octubre en donde se contratará el servicio de alimentación para el personal.

1.6.1.10 Planta de hormigón trituración

Se implementará una planta de hormigón, con equipos de trituración, cargadora,

rieles, etc., con el fin de posibilitar el suministro de material fresco para la construcción de las facilidades hidroeléctricas. En la plataforma operarán camiones mezcladores, bombas de hormigón, vibradores de inmersión y lanzadores de agua a presión.

El hormigón generado en la planta será transportado por camiones mezcladores hasta el sitio de colado. Donde se entregará el producto a la tolva de la bomba para su traslado a la posición de ubicación del hormigón (fundida). Cada fundida contará con una secuencia determinada de hormigonado, la misma que estará disponible simultáneamente con la terminación del armado del hierro y encofrado del elemento.

Al ser la planta de hormigón un sitio donde se puede generar polución de elementos como polvo, ruido, partículas de cemento y residuos de hormigón, se implementarán acciones tendientes a minimizar los efectos generados por su funcionamiento; así, la planta estará alejada de las viviendas de los pobladores residentes; los silos deberán contar con mangas guardapolvos en buen estado; el área de lavado de equipos y maquinaria se realizará en un área excavada permitiendo la acumulación de los residuos en la misma y su posterior evacuación. Los camiones que transportan el material deberán usar carpas con el fin de minimizar los efectos por generación de partículas.

Para la construcción de la casa de máquinas y el canal de restitución de las aguas turbinadas se podrá instalar una pequeña hormigonera en la plataforma aledaña al sitio de Casa de Máquinas.

1.6.1.11 Captación y vertimiento de agua

Debido a las características del proyecto no se realizarán vertimientos de aguas negras y grises ya que no existirán campamentos. Se prevé que los sitios de alojamiento del personal se ubicarán en la cabecera parroquial de 9 de octubre y en la Ciudad de Macas en donde se dispone de servicios básicos. Las condiciones de salubridad de los sitios de hospedaje serán verificadas permanentemente.

Respecto a áreas de cocina, igualmente no serán necesarias debido a que se contratará el servicio dentro de la comunidad. Las condiciones de salubridad del servició de alimentación serán verificadas permanentemente.

Con estas acciones Hidroquest quiere aportar al desarrollo local y dinamización económica mediante la contratación de estos servicios en la localidad.

En el caso de los frentes de trabajo se instalará un sistema de letrinas sanitarias portátiles o temporales con pozos sépticos acorde al número de personal. El número de letrinas disponible debe ser de uno por cada 25 personas (Organización Mundial de la Salud), el mínimo estrictamente aceptable es de una letrina para cada 50 personas (Comité Internacional de Cruz Roja).

En caso de ser necesario áreas de oficinas temporales de trabajo, se iplementará un camper temporal en el área de interconexión, el cual dispondrá de un sistema de tratamiento de aguas negras y grises con campos de infiltración, acorde a la capacidad del personal existente.

En cuanto a captación de agua no será necesaria ya que no se prevé instalar campamentos en los frentes de trabajo. El agua de consumo humano, ésta se proporcionará a través de las redes municipales o parroquiales. Para los frentes de trabajo se dotará de agua embotellada para consumo del personal.

Se estima tentativamente que el posible volumen de agua utilizada por persona/día bordearía los 60 lts.

1.6.1.12 Escombreras

El volumen total de excavación aproximado será de 1.547.808 metros cúbicos (suelo y roca) de los cuales se utilizarán en rellenos cerca de 345.000 metros cúbicos. Con respecto a los 1.202.808 metros cúbicos restantes estos serán dispuestos de la siguiente manera:

- En los sitios en los que por razones topográficas sea posible la colocación de suelo de corte se realizará botes laterales de manera controlada. En este caso se estima se podrá disponer alrededor de 200.000 metros cúbicos. Por ningún motivo los botes laterales se ubicarán en sitios donde se pueda afectar cuerpos de agua, sitios bióticos sensibles o cauce daños a terceros.

- El material restante, es decir, cerca de 1.000.000 de metros cúbicos se dispondrá en escombreras debidamente estabilizadas ubicadas en sitios donde la topografía sea lo más regular posible, alejadas de cursos hídricos. Estos sitios deberán ser previamente validados por el equipo socioambiental del proyecto, así como por la fiscalización teniendo en cuenta condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración con el entorno.

Se han definido sitios tentativos de ubicación de escombreras con el fin de establecer las condiciones adecuadas de disposición de material, sin embargo, en el caso que los sitios ubicados preliminarmente no cumplan con las especificaciones constructivas, será el contratista de construcción quien propondrá los lugares escogidos como escombreras, y que serán aquellos sitios que cumplan con las siguientes condiciones mínimas:

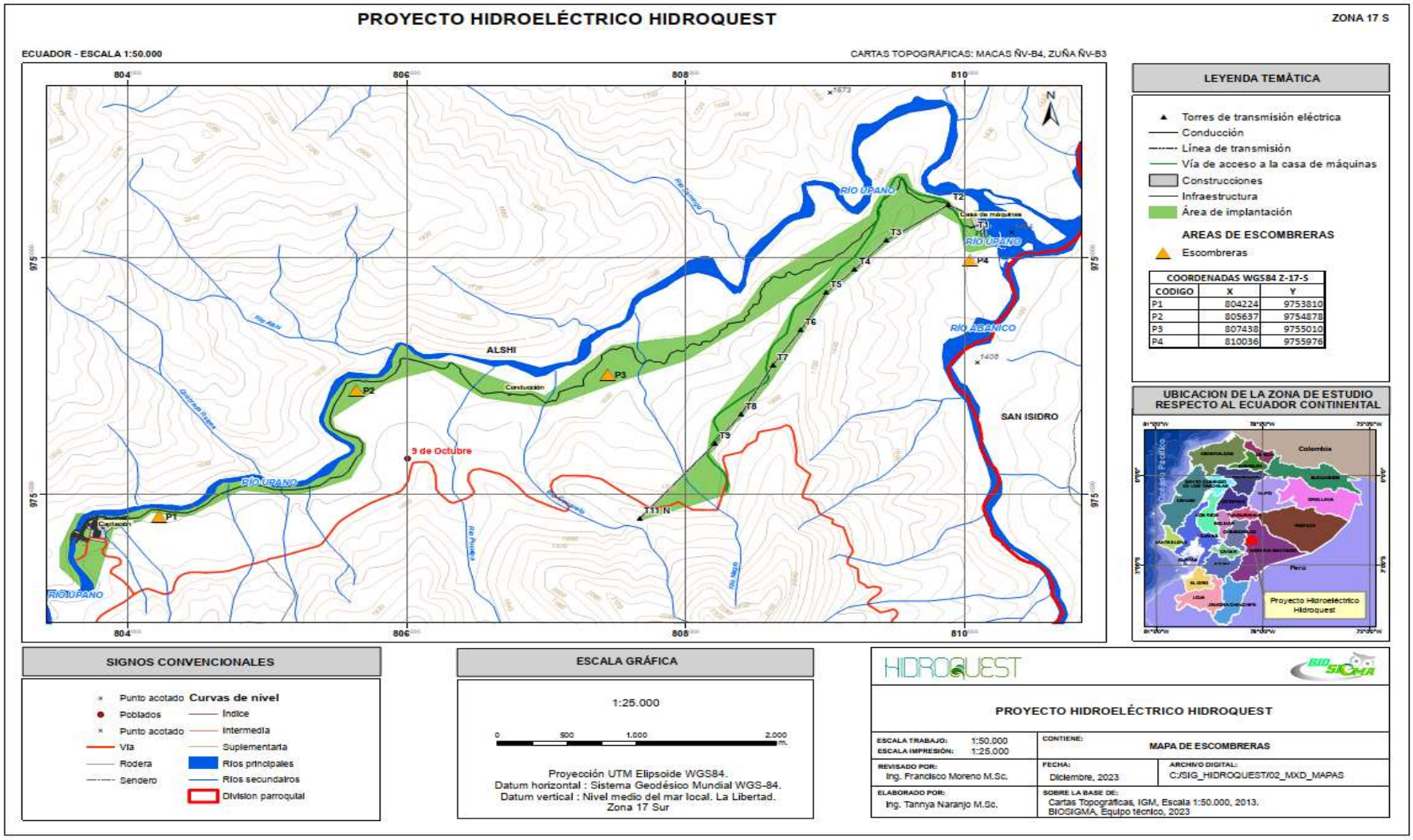
- Respetar la distancia de transporte dentro de los parámetros establecidos y que no afecten el costo de transporte ni produzca efectos visuales adversos.
- Alcanzar una adecuada capacidad de almacenamiento, la cual está en función del volumen de estériles a mover.
- Alcanzar la integración y restauración de la estructura con el entorno.

- Verificar la capacidad portante suficiente para el volumen a recibir. Se estima que en cada escombrera se podrá depositar cerca de 100.000 metros cúbicos de material por hectárea.
- Garantizar el drenaje.
- No producir alteraciones sobre hábitats sensibles.

Cabe señalar que las escombreras se ubicarán en terrenos de propiedad de Hidroquest. Las coordenadas de los sitios tentativos para escombreras son:

Código escombrera	**X**	**Y**
Escombrera P1	807438	9755010
Escombrera P2	805637	9754878
Escombrera P3	804224	9753810
Escombrera P4	810036	9755976

Tabla 1. 7: Ubicación de escombreras
Fuente: Estudios HIDROQUEST
Elaboración: Consultor



Mapa 1. 4: Mapa de ubicación de escombreras
Fuente: HIDROQUEST
Elaboración: Equipo consultor

Manejo de escombreras.- Previo al uso de escombreras, el contratista de construcción presentará al Fiscalizador por escrito los planos de ubicación, los tipos de materiales a depositar, el volumen del depósito, la descripción del sitio a rellenar (tipo de vegetación si la hubiere, suelos, geología, geomorfología, e hidrología), diseño planimétrico y altimétrico del depósito proyectado, procedimientos de depositación de materiales, mecanismos de control de la erosión hídrica y eólica, medidas de restauración paisajística, definición del uso posterior del área ocupada y fotografías del área en las etapas: previa, durante y finalizado el tratamiento.

Esta información será validada por el equipo SSA del proyecto, así como por fiscalización emitiendo un informe de liberación ambiental del sitio definido.

Una vez que ha sido elegida el área, y aprobada la documentación correspondiente el contratista de construcción deberá:

- Retirar la capa orgánica del suelo. Este suelo orgánico servirá posteriormente para la recuperación ambiental.
- Vigilar que la construcción de los taludes del acopio de material tenga la pendiente proyectada a fin de evitar deslizamientos. Si es necesario se colocarán muros de pie perimetrales a la zona tratada.
- Se instalará entibados, tablestacas, puntales y cualquier otro tipo de protección temporal que, a juicio del fiscalizador y equipo SSA, sea necesario a fin de precautelar la seguridad e integridad de los trabajadores, del riesgo de derrumbes y deslizamientos.
- El material excedente de la obra será trasladado y depositado en estos sitios por medio de volquetes, para luego ser tendido y nivelado con una motoniveladora. A fin de lograr una adecuada compactación deberá realizarse por lo menos 4 pasadas de tractor de orugas y en las capas anteriores a la superficie definitiva por lo menos 10 pasadas.
- Bajo estas capas de material no compactado deberá existir un sistema de drenaje subsuperficial, el mismo que permitirá la evacuación de las aguas lluvias o de las aguas de riego infiltradas, evitando además la presencia de subpresiones en los diques perimetrales previstos para confinar el material.
- Una vez alcanzada la capacidad de diseño, colocar una capa de 30 cm de material orgánico, el guardado previamente con el fin de proceder a la revegetación del área utilizada.

Mantenimiento. - Terminadas las tareas de tratamiento, se realizará su mantenimiento hasta disponer de un informe de liberación técnico ambiental, especialmente en aspectos tales como: estabilidad de taludes, drenaje, intrusión visual, revegetación y prevención de la erosión.

Para control de erosión y estabilización se utilizará la revegetación y reforestación lo cual mejora la capacidad de regeneración y la recuperación paisajística. Para la estabilización de taludes se utilizará plantas completas, esquejes, raíces o ramas con capacidad de enraizar y de desarrollar plantas adultas. El manejo comprenderá la actividad de sembrar árboles arbustos y pastos intercalados y en forma de grilla complementado con siembra de

semillas al boleo; protegiendo de esta manera de los efectos de la erosión y recuperando el paisaje natural.

Finalmente se realizarán monitoreos semestrales de verificación de las condiciones de abandono y revegetación con el fin de terminar su éxito y de ser el caso medidas correctivas o de refuerzo necesarias.

1.7 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

- **Localización y Área de drenaje** Río Upano, Provincia de Morona Santiago
  Cantón Morona

- **Tipo de Central** Pasada

- **Caudales característicos**

Caudal Q 90 %	16.69 m3/s
Caudal medio	41.23 m3/s
Caudal de Diseño	33.53 m3/s
Caudal Crecida C,M.Tr = 500 años	1556 m3/s

- **Niveles Toma Caucasiana**

Nivel plataforma operación toma	1563.00 msnm
Nivel máximo crecida	1561.68 msnm
Nivel agua ingreso toma	1558.05 msnm
Nivel cresta toma	1557.50 msnm
Nivel Cauce río	1555.00 msnm

- **Azud fijo**

Tipo	Creager, labio fijo, paramento vertical
Disipación energía	Esfuerzo cortante
Cota cresta	1558.20 msnm
Altura paramento azud	3.20 m
Ancho vertedero	27.90 m
Caudal máximo descarga	498.55 m3/s
Nivel máximo crecida	1561.68 msnm
Nivel coronación muros de ala	1563.00 msnm

- **Toma caucasiana**

Tipo	De fondo
Caudal de captación	10.00 m3/s
Ancho Rejilla	23 m
Longitud horizontal rejilla	2.75 m
Inclinación rejilla	14°
Altura paramento vertical	2.50 m

Tipo canal recolector	Trapezoidal
Ancho canal recolector	2.25 m
Longitud canal recolector	24.90 m
Caudal descarga azud-toma	361.55 m3/s
Nivel máximo crecida	1561.68 msnm
Nivel coronación muros de ala	1563.00 msnm
Caudal total evacuación crecida	860.10 m3/s
Caudal máximo evacuación crecida	1123 m3/s
Tipo Compuerta de regulación de caudales	Plana, sumergida
Dimensiones compuerta (B x H)	2.25 m x 2.13 m
Plataforma operación compuerta	1563 msnm

- **Desripiador**

Tipo	Sección trapezoidal
Pendiente solera	5 %
Ancho	6 m
Longitud	29.37 m
Profundidad máxima	4.07 m
Vertedero control de crecida tipo	Lateral
Longitud vertedero	10 m
Cota cresta vertedero lateral	1556.22 msnm
Caudal máximo descarga crecida	24.25 m3/s
Nivel máximo espejo agua desripiador	1557.43 msnm
Plataforma operación compuerta lavado	1558.20 msnm
Compuerta de lavado tipo	Plana
Dimensiones compuerta (B x H)	2 m x 2 m
Tipo tubería de descarga	Acero, embaulada
Diámetro tubería	2 m
Pendiente media	1.90 %
Funcionamiento tubería	A flujo libre
Longitud vertedero descarga tanque	15.44 m
Cota cresta vertedero descarga tanque	1555.42 msnm
Nivel normal espejo agua desripiador	1555.92 msnm

- **Tanque de carga junto al desripiador**

Tipo	Convencional, exterior
Caudal	10.00 m3/s
Longitud	18.74 m
Ancho	3.50m
Altura	Variable, máxima 5.42 m
Tipo Compuerta de mantenimiento	plana
Dimensiones compuerta (B x H)	1.80 m x 1.80 m
Nivel plataforma de operación	1558.20 msnm
Nivel normal de operación	1555.06 msnm
Tipo de tubería de interconexión	Acero, embebida en hormigón
Diámetro tubería	1.80 m
Longitud	223.85 msnm

Pendiente	0.6587 %
Funcionamiento	A baja presión

- **Tanque de carga principal construido**

Objetivo	Proporcionar un volumen útil de unos 3920 m^3 para el funcionamiento de la Central.
Tipo	Sección transversal mixta, de hormigón
Altura	Variable de 4.70 a 6.20 m
Ancho	33 m
Largo	49.75 m
• Tipo de vertedero de excesos	Lateral, cresta delgada
Cota cresta	1512.15 m s. n. m.
Altura paramento	Variable
Ancho total	33.36 m
Número de pilas para ventilación	2
Caudal descarga en condiciones normales	33.53 m3/s
• Tipo canal descarga vertedero lateral amortiguamiento	Canal con cuencos de
Número de cuencos de amortiguamiento	4
Ancho cuencos de amortiguamiento	4 m
Largo cuencos	7.90 m los 3 primeros y 15.80 m el último
Altura	Variable entre 1 y 1.50 m.
Funcionamiento hidráulico	Sumergido
• Compuerta de lavado del reservorio	
Número	1
Compuerta (B x H)	3.00 m x 3.30 m
Stop log	3.00 m x 3.30 m
Nivel solera compuerta	1546.01 msnm
Nivel plataforma de operación	1554.00 msnm
Caudal de descarga a flujo libre	33.53 m3/s
• Tuberías de descarga	
Tipo	Tubería de acero
Número de tuberías	2
Longitud total	258 m
Pendientes	1.092 y 1.103 %
Diámetro de las tuberías	2.20 m
Cota descarga del caudal al río Upano	1542 msnm
• Toma principal	
Caudal Máximo turbinado	33.53 m3/s

Velocidad de paso	1.51 m/s
Rejilla (B x H)	3.40 m x 3.85 m
Número de módulos	4
Número de pilas intermedias	3
Ancho de cada pila	0.30 m
Compuerta emergencia (B x H)	3.70 m X 3.40 m
Número de compuertas	2
Nivel plataforma de operación	1554.00 msnm
Nivel solera de la toma	1540.50 msnm.

- **Tubería de conducción de baja presión**

Tipo	Enterrada, baja presión
Caudal de diseño	33.53 m3/s
Diámetro interior	3.50 m
Espesor	14 mm
Tipo de acero	ASTM 572 Grado 50
Longitud total	8524 m
Velocidad media	3.49 m/s

- **Chimenea de equilibrio**

Tipo	Tubería inclinada, enterrada
Diámetro interior	5.45 m
Diámetro orificio restringido	1.70 m
Longitud chimenea	126 m
Longitud tubería de interconexión	53 m
Diámetro tubería de interconexión	3.50 m
Nivel plataforma boca chimenea	1587.14 msnm
Nivel máximo de oscilación	1586.76 msnm
Nivel mínimo de oscilación	1518.09 msnm
Nivel eje orificio restringido	1506.02msnm
Nivel eje de interconexión conducción	1471.99 msnm

- **Tubería de presión**

Tipo	Enterrada, alta presión
Caudal de diseño	33.53 m3/s
Diámetro interior	3.50 m
Espesor	14, 15, 16, 17, 18 y 19 mm
Tipo de acero	ASTM 572 Grado 50
Longitud total	476 m
Velocidad media	3.49 m/s

- **Distribuidor de caudales**

Tipo	Trifurcador
Ramales	
Número	3, 1 por turbina
Caudal por ramal	11.177 m3/s
Diámetro	2021 mm
Velocidad media	3.48 m/s

- **Válvula guardia turbina**

Tipo	Mariposa
Número	3
Diámetro DN	1400 mm

- **Casa de Máquinas**

Tipo	Superficial
Área plataforma para CM y Subestación	8006 m2
Área casa de máquinas	1094 m2
Área subestación	1833 m2
Área de bloque de uso múltiple	236 m2
Elevación plataforma subestación	1391.55 m s. n. m.
Elevación plataforma casa de máquinas	1391.55 m s. n. m.

Turbina

Tipo	Francis, eje horizontal
Número	3
Potencia turbina	15228 KW
Potencia instalada	45000 kW
Potencia generador	16667 kWA
Caudal de equipo	33.53 m3/s
Caudal 1U	11.177 m3/s
Altura bruta	164.29 m
Altura neta	147.74 m
Velocidad de rotación	600 rpm
Frecuencia	60 Hz

- **Estructura de descarga**

Cota cresta vertedero	1386.60 msnm
Número de compuertas por unidad	2
Nivel espejo agua tanque de salida	1387.38 msnm
Ancho útil vertedero	8.00m (por unidad)
Sección canal descarga	Rectangular
Ancho base canal	6 m
Pendiente canal	1 %
Tipo descarga	A flujo libre, régimen subcrítico
Cota descarga cauce río Upano	1384.64 msnm

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO HIDROQUEST

2. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Preparado por:

HIDROQUEST

Para:

MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA

ENERO 2024

CONTENIDO

2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO 3

2.1.1. Área de influencia social directa 6

2.2. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 9

2.2.1. Metodología de análisis de alternativas 11

2.2.2. Análisis de resultados 13

2.2.2.1. Alternativa 1 13

2.2.2.1.1 Viabilidad técnico-operativa 13

2.2.2.1.2 Viabilidad sociocultural 14

2.2.2.1.3 Viabilidad ambiental 14

2.2.2.2. Alternativa 2 15

2.2.2.2.1 Viabilidad técnico-operativa 15

2.2.2.2.2 Viabilidad sociocultural 16

2.2.2.2.3 Viabilidad ambiental 17

2.2.2.3. Alternativa 3 18

2.2.2.3.1 Viabilidad técnico-operativa 18

2.2.2.3.2 Viabilidad sociocultural 19

2.2.2.3.3 Viabilidad ambiental 19

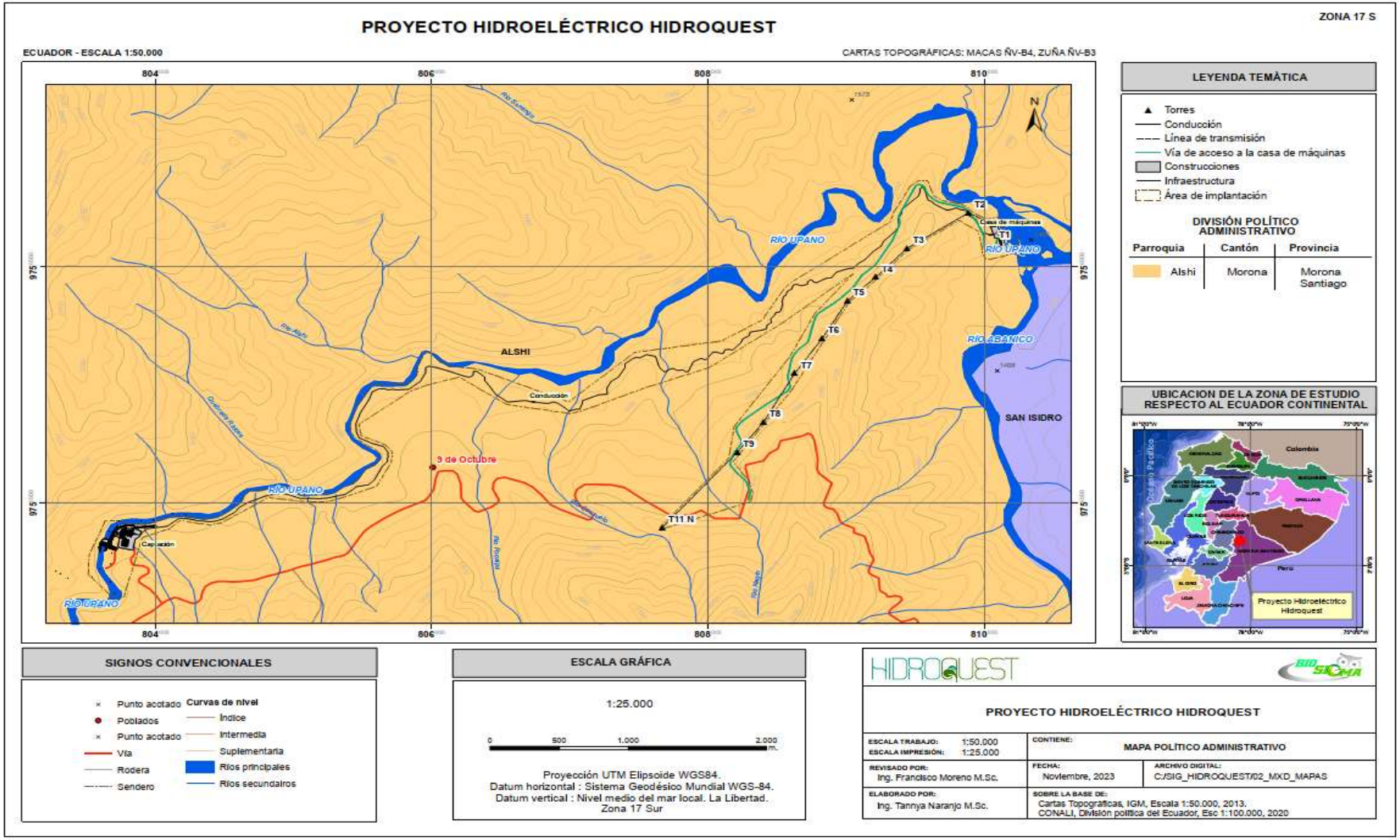
2.3. Jerarquización de alternativas 20

2.4. Conclusiones 21

2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

El Proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST se ubican en la Región Amazónica Ecuatoriana (Sur oriente) dentro de la Provincia de Morona Santiago, cantón Morona, Parroquia Alshi-9 de Octubre.

Figura 2. 1: Parroquia Alshi-9 de Octubre, cantón Morona, Provincia de Morona Santiago
Fuente: Equipo consultor



Mapa 2. 1: Mapa de Ubicación Político-Administrativa del Proyecto
Fuente: HIDROQUEST/CARTAS IGM 2013
Elaboración: Equipo Consultor

El paisaje del área de influencia es un paisaje mixto con áreas antrópicas y relictos boscosos, presenta una cubierta vegetal discontinua con variaciones escénicas como:

- Presencia de fincas, infraestructura hidroeléctrica, vías de acceso, cabecera parroquial de 9 de Octubre.

- Zonas de regeneración o rastrojo con dominancia de vegetación herbácea y arbustiva con árboles aislados, zonas de varios cultivos y amplias áreas de pastizales.

- Zona de relictos de bosque secundario principalmente.

El área del proyecto es el típico de las estribaciones de la cordillera Oriental; esto es, piedemonte, colinas altas y vertientes irregulares, hasta estructuras montañosas con pasturas y árboles en pie ralos siempre verdes y vegetación exuberante en las laderas y sitios más escarpados; aunque en ciertos sectores, inclusive en área de pendientes, se observan importantes espacios de pasto.

Al realizar una calificación arbitraria de la calidad visual del paisaje; se puede establecer que se encuentran características geomorfológicas, hidrográficas, ecológicas y antrópicas que potencian la calidad del paisaje.

Figura 2. 2: Vista general del área de Casa de Máquinas
Fuente: Equipo consultor

Si bien el área se encuentra con un importante grado de alteración, que ha conducido a la pérdida de la cobertura vegetal original; la presencia de una fisiografía irregular y cambiante; la presencia del curso del Río Upano y sus afluentes; así como la presencia de relictos de vegetación asociados al Bosque Protector Abanico definen al área de implantación del proyecto como de calidad Media de paisaje.

Figura 2. 3: Vegetación natural sectores transformados a pasto
Fuente: Equipo consultor

Considerando el paisaje antrópico, el área se caracteriza por una mixtura, con sectores eminentemente rurales, combinados con sectores poblados con infraestructura urbana y áreas de desarrollo de actividades productivas, especialmente ganaderas.

Un factor potenciador del paisaje es la presencia del Bosque Protector Abanico y volcán Sangay visible desde el área del proyecto.

2.1.1. Área de influencia social directa

Se acoge el concepto de área de influencia directa para el componente socioeconómico, señalado en el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, publicado en el Registro Oficial No. 752, el 12 de junio del 2019, vigente a la fecha, cuya definición es la siguiente:

"Es aquella que se encuentre ubicada en el espacio que resulte de las interacciones directas, de uno o varios elementos del proyecto, obra o actividad, con uno o varios elementos del contexto social y ambiental donde se desarrollará".

La relación directa entre el proyecto, obra o actividad y el entorno social se produce en unidades individuales, tales como fincas, viviendas, predios o territorios legalmente reconocidos; y organizaciones sociales de primer y segundo orden, tales como comunas, recintos, barrios asociaciones de organizaciones y comunidades…."
En cuanto al AIDS (Área de influencia directa social), por definición se da en por lo menos dos niveles de integración social: unidades individuales (fincas, viviendas y sus correspondientes propietarios) y organizaciones sociales de primer y segundo orden (Comunidades, recintos, barrios y asociaciones de organizaciones).

En este contexto el área de influencia social directa se considera a los propietarios de las fincas donde se implantará cada una de las facilidades del proyecto. Cabe señalar que HIDROQUEST ha decidido adquirir las zonas donde se implantará la infraestructura del proyecto por lo cual la propiedad de dichas áreas serán de la empresa una vez se concrete las negociaciones respectivas.

A continuación, se describe los propietarios de las áreas por las que atraviesa el proyecto:

CÓDIGO	PROPIETARIO	TÍTULO DE PROPIEDAD (SI - NO - TRÁMITE)	HEREDEROS	OBSERVACIONES
1	Rocío Gimena Chacha Paguay	SI	N/A	Propiedad adquirida por HQ
2	Angelita Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
3	Raúl Elías Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
4	William Chacha	Si	N/A	En negociación
5	Ángel Eulogio Chacha Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
6	Claudia Chacha Chacha,	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
7	René Germán Chacha Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
8	Lilian Marisol Chacha Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
9	Lucio Edison Chacha Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
10	Ulbio Ramiro Chacha Castro	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
11	Josefina Vinza	si	Si	En negociación
12	Julio Barba	Si	N/A	Propiedad adquirida por HQ
13	Ángel Rafael Arteaga	No	N/A	En negociación
14	Carmita Chacha	No	N/A	En negociación
15	Jaime Vinza	No	N/A	En negociación
16	Josefina Vinza	si	Si	En negociación
17	Agustín Vinza	No	N/A	En negociación
18	Darwin Vinza	No	N/A	En negociación
19	Jesús Vinza	si	N/A	En negociación
20	Víctor Chucay	No	N/A	En negociación
21	Mario Patricio Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
22	Raúl Cabrera	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
23	Milton Cabrera	No	N/A	En negociación
24	Francisco Vinza	si	N/A	En negociación
25	Miguel Vinza	No	N/A	En negociación
27	Zoila Chacha	No	N/A	En negociación
28	Julio Barba	si	N/A	Propiedad adquirida por HQ
29	Silvana Barba	no	N/A	Propiedad adquirida por HQ
30	Lourdes Chucay	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
31	Rita Vinza	No	N/A	En negociación
32	Miguel Vinza	No	N/A	En negociación
33	Leonardo Vinza y María Barba	No	N/A	En negociación
34	Rafael Chacha	Si	N/A	En negociación
35	Nancy Molina	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ

Tabla 2. 1: Propietarios, tenencia de la tierra línea de conducción
Fuente y elaboración: HIDROQUEST

	PROPIETARIO	TÍTULO DE PROPIEDAD (SI - NO - TRÁMITE)	HEREDEROS	OBSERVACIONES
1	Mario Salvador Entzacua Chapaiqui	Si	N/A	Propiedad adquirida por HQ
2	Mario Salvador Entzacua Chapaiqui	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ

Tabla 2. 2: Propietarios, tenencia de la tierra Casa de Máquinas
Fuente y elaboración: HIDROQUEST

	PROPIETARIO	TÍTULO DE PROPIEDAD (SI - NO - TRÁMITE)	HEREDEROS	OBSERVACIONES
1	Mario Salvador Entzacua Chapaiqui	Si	N/A	Propiedad adquirida por HQ
2	Mario Salvador Entzacua Chapaiqui	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
3	Nancy Molina	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
4	Rafael Chacha	Si	N/A	En negociación
5	Fabiola Abril	Si	N/A	En negociación
6	Jimmy Chacha	No	N/A	En negociación
7	Abdón Chacha	No	N/A	En negociación
8	Jimmy Chacha	No	N/A	En negociación
9	Francisco Vinza	No	N/A	En negociación

Tabla 2. 3: Propietarios, tenencia de la tierra LT/Vía
Fuente y elaboración: HIDROQUEST

En cuanto a organizaciones comunitarias se considera a la cabecera parroquial de Alshi/9 de Octubre a través de su órgano de representación, la Junta Parroquial, ya que son los órganos de representación de elección directa.

Con respecto al componente cultural, se considera área de influencia directa los 2 sitios arqueológicos identificados en el estudio respectivo que serán objeto de acciones específicas durante la construcción conforme el informe arqueológico realizado.

Componente socioeconómico y cultural	**Propietario de los terrenos y sus usos**, donde se implementarán las estructuras del proyecto hidroeléctrico: interconexión, conducción, casa de máquinas, línea de transmisión, vía de acceso. Cabe señalar que HIDROQUEST se encuentra realizando las negociaciones respectivas para adquirir las áreas de implantación de la infraestructura
	Organizaciones sociales. - En cuanto a organizaciones comunitarias se considera a la cabecera parroquial de Alshi/9de Octubre a través de su órgano de representación, la Junta Parroquial.
	Arqueología. - Corresponde a los 2 sitios arqueológicos identificados en el estudio técnico realizado para el proyecto

Tabla 2. 4: Área de influencia directa socioeconómica y cultural
Fuente y elaboración: Equipo consultor

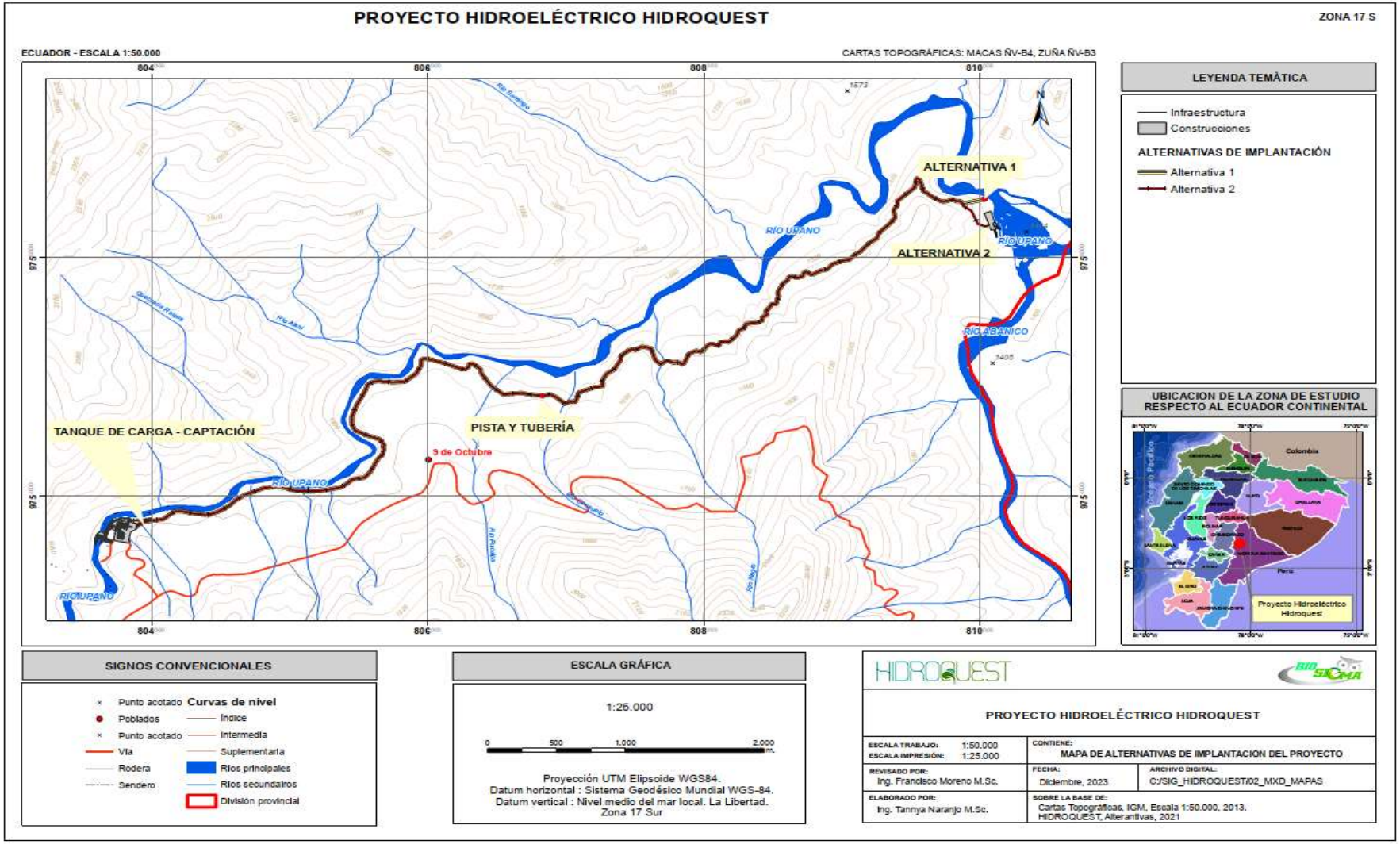
2.2. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Para la ejecución de un proyecto de ingeniería es necesario realizar un balance de aspectos, tanto ambientales, técnicos, económicos como socioeconómicos y culturales; no obstante, el peso relativo que tiene cada aspecto depende de otros factores, como pueden ser las condiciones del área de influencia en donde se planifica implementar el proyecto y la importancia del proyecto frente al desarrollo o aporte al país. Por lo tanto, el análisis de alternativas considera entonces aspectos socioeconómicos, culturales, ambientales, técnicos y económicos, realizando una ponderación en función de las características del área de estudio en donde se desarrollará el proyecto.

El análisis requiere de una descripción cualitativa de cada una de las alternativas en estudio, a partir de esta descripción se realiza un análisis cuantitativo de las alternativas para, finalmente, determinar la alternativa que generaría menor impacto ambiental y el contraste técnico – económico que posibilita la viabilidad del proyecto.

La alternativa más viable será aquella que presente las mejores condiciones para su implementación conforme el resultado obtenido del análisis de las restricciones de tipo ambiental (socioeconómicas, culturales, bióticas y abióticas), técnicas y económicas del proyecto.

Para el estudio el Proyecto HIDROQUEST se analizaron tres alternativas para la ubicación de la conducción y casa de máquinas: dos por la margen derecha del río Upano (Alternativas 1 y 2) y una por la margen izquierda (Alternativa 3).



Mapa 2. 2: Mapa de alternativas
Fuente: HIDROQUEST/Cartas Topográficas IGM
Elaboración: Equipo consultor

2.2.1. Metodología de análisis de alternativas

Los criterios de evaluación de los componentes socioambientales, operativos y técnicos se detallan a continuación:

- **Viabilidad Técnica – Operativa:** toma en cuenta procesos constructivos, seguridad constructiva y operacional, y la confiabilidad del sistema características técnicas, implementación de procesos limpios e innovación de tecnología, la cual disminuya la generación de desechos y emisiones.

- **Viabilidad sociocultural:** analizará el impacto o afectación que podría generar cada alternativa en las localidades directamente por las actividades del proyecto, distancias del proyecto a infraestructura sean estas viviendas, escuelas, centros de salud, entre otros. Dichas implicaciones pueden ser en tenencia de tierra, conflictividad, daño al patrimonio o afectaciones a elementos sensibles. Al tener una mayor implicación social negativa su calificación será más baja.

  En cuanto al aspecto cultural, busca determinar la presencia o ausencia de sitios sensibles, es decir que, al tener presencia de vestigios arqueológicos en las alternativas, estos tendrán una calificación más baja.

- **Viabilidad Ambiental:** Valorará el impacto que pueda darse por la implantación de un proyecto y los efectos que tendrá sobre los recursos naturales, flora y fauna. Considerará aspectos, tales como desbroce, la emisión de ruido, descargas, vertidos en cuerpos hídricos, sitios sensibles, impacto visual y paisaje. A mayor impacto ambiental negativo menor calificación.

Para la evaluación de las alternativas, se realizaron visitas de campo al área de implantación del proyecto durante los estudios de prefactibilidad.

Para la valoración se asignó un peso porcentual a cada criterio de viabilidad técnico – operativo, sociocultural y ambiental, mismos que han sido distribuidos en función de la importancia de estos, acorde al análisis del equipo multidisciplinario, de tal manera que se cumplan los requerimientos del análisis en cuanto a los aspectos técnicos y operativos, así como de los componentes socioambientales que se relacionan con las actividades a ser ejecutadas por el proyecto.

Factor	Asignación Porcentual	Criterios de evaluación (viabilidad)		
		Alto	Medio	Bajo
Viabilidad Técnica Operativa	32%	El proyecto no afecta otro tipo de infraestructura, no atraviesa cursos hídricos significativos se encuentra en zonas de baja sensibilidad geológica geotécnica Económicamente viable	El proyecto no afecta o cruza otro tipo de infraestructura, no atraviesa cursos hídricos significativos y se encuentra en zonas de mediana inestabilidad geológica-geotécnica Viabilidad económica parcial	El proyecto cruza o afecta otro tipo de infraestructura, atraviesa cursos hídricos y se encuentra en zonas de alta inestabilidad geológica-geotécnica Económicamente no viable

Viabilidad Sociocultural	34%	Área de implantación a una distancia mayor a 1 km respecto a infraestructura comunitaria. No existen áreas de interés arqueológico	Área de implantación a una distancia de 500 m a 999 m respecto a infraestructura comunitaria. Existen áreas de interés arqueológico	Área de implantación a una distancia menor a 500 m respecto a infraestructura comunitaria. Existen áreas de interés arqueológico
Viabilidad Ambiental	34%	Pérdida de cobertura vegetal menor al 25%. No existen cruces con cuerpos de agua. No existe fragmentación de hábitats.	Pérdida de cobertura vegetal entre el 25% y 40%. No existe cruces con cuerpos de agua Existe fragmentación de hábitats Existen áreas de interés ecológico cercanas	Pérdida de cobertura vegetal mayor al 45%. Existen cruces con cuerpos de agua de uso recreativo o agrícola. Pérdida total de hábitats.

Tabla 2. 5: Criterios de evaluación de alternativas. Viabilidad
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Para determinar la alternativa más viable, se han asignado valores en cuanto a la viabilidad del proyecto (alto, medio y bajo) respecto a los criterios de evaluación detallados, estos determinados por un rango de cumplimiento, mismo que permite el análisis global y la interrelación de los factores evaluados, como se describe en la tabla a continuación:

Factor	**Porcentaje**	**Asignación de valores respecto a la vulnerabilidad y grado de afectación**		
		Rango de cumplimiento (100 – 60 %)	**Rango de cumplimiento (59 – 30 %)**	**Rango de cumplimiento (29 – 0 %)**
Viabilidad Técnica Operativa	32 %	Económicamente viable (32,00)	Viabilidad económica parcial (18,88)	Económicamente no viable (9,28)
Viabilidad Social y Cultural	34 %	(34,00)	(20,06)	(9,86)
Viabilidad Ambiental	34 %	(34,00)	(20,06)	(9,86)

Tabla 2. 6: Criterios de evaluación de alternativas. Vulnerabilidad y grado de afectación
Fuente y elaboración: Equipo consultor

2.2.2. Análisis de resultados

Conforme el análisis se detallan a continuación los resultados de las alternativas analizadas.

Alternativa	Valoración
Alternativa 1	59,0 Media
Alternativa 2	59,0 Media
Alternativa 3	39,2 Media

Tabla 2. 7: Ubicación alternativas analizadas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

2.2.2.1. Alternativa 1

Conforme la valoración realizada la alternativa 1 presenta los siguientes resultados:

Viabilidad técnico-operativa	Viabilidad sociocultural	Viabilidad ambiental	Valoración	Viabilidad
18,88	20,06	20,06	59	Media

Tabla 2. 8: Valoración Alternativa 1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

2.2.2.1.1 Viabilidad técnico-operativa

El proyecto captará agua del río Upano mediante una toma caucasiana y a su vez aprovechará los caudales turbinados de la central hidroeléctrica Normandía. Las alternativas 1 y 2, parten del mismo tanque de carga, dispuesto paralelo a la subestación y perpendicular a la casa de máquinas del proyecto Normandía. Ambas alternativas corresponden a un desarrollo de la conducción por la margen derecha del río Upano, tienen la misma alineación horizontal y vertical en el trazado de la tubería a baja presión. La diferencia radica en la ubicación de la tubería de presión y casa de máquinas, lo que determina que la alternativa 1 tenga una longitud menor de conducción a baja y alta presión, sin embargo, por la ubicación de la casa de máquinas se requerirá realizar cortes de terreno de moderada magnitud lo que implicaría posibles riesgos de inestabilidad en los cortes.

Respecto con el análisis de la viabilidad técnica, la ubicación de la alternativa 1 no cruza otro tipo de proyecto de infraestructura. De igual manera no implica el cruce de curso hídricos ya que los tributarios del río Upano en el trayecto de la tubería de conducción corresponden a quebradas de baja magnitud que no implican obras de ingeniería de gran dimensión para su cruce.

En cuanto a estabilidad geológica-geotécnica bajo el análisis realizado se determina que el proyecto se ubica en una zona de pendientes de mediana y fuerte inclinación

en donde las características geológicas y mecánicas de los materiales que están constituyendo laderas la hace susceptible a movimientos en masa.

Es importante mencionar que la alternativa 1 tendría menor longitud por lo cual las actividades constructivas se reducirían, lo cual permite que el proyecto sea económicamente viable en cuanto a las negociaciones por el establecimiento de la franja de servidumbre y adquisición de áreas para el proyecto.
Conforme lo mencionado en el análisis de viabilidad técnica y operativa, en este aspecto la alternativa ha sido evaluada con una calificación de 18,88, misma que corresponde a una Viabilidad Media.

2.2.2.1.2 Viabilidad sociocultural

Conforme con la información primaria y correspondiente al PDOT de la Parroquia Alshi-9 de Octubre la distancia promedio del proyecto a zonas de infraestructura comunitaria está entre 700 a 1500 metros por lo cual no existe infraestructura cercana que sea susceptible de afectación.

De igual manera no se evidencian viviendas de uso permanente o terrenos de alto uso agrícola en el trazado de la alternativa 1 lo cual favorece las condiciones de intervención del proyecto con baja afectación socioeconómica posible. Sobre este punto debemos anotar que la tubería de presión y casa de máquinas de la alternativa 1 no afecta a terrenos en producción, pero se encuentra en una zona de mayor cobertura vegetal.

Finalmente, con respecto a sitios arqueológicos se evidencian 2 posibles hallazgos paralelos a la tubería de conducción en donde se encontraron pocos segmentos cerámicos no significativos, sin embargo, durante la construcción se realizará el monitoreo respectivo en caso de encontrar evidencias arqueológicas adicionales.

Conforme lo mencionado en el análisis de viabilidad social, en este aspecto la alternativa ha sido determinada su viabilidad como Media, con una calificación de 20.06 puntos.

2.2.2.1.3 Viabilidad ambiental

Respecto con el análisis de la viabilidad ambiental, la alternativa 1 en cuanto a su trazado se encuentra en la mayoría dentro de zonas de pastizales e intervenidas, la implantación de un segmento de la tubería de conducción se encuentra dentro del Bosque Protector Abanico, una zona medianamente intervenida y en la cual se evidenciará las principales áreas de remoción de cobertura vegetal y fragmentación de hábitat.

La mayoría del área a intervenirse corresponde a una zona de pastizales o bosques intervenidos, razón por la cual su nivel de alteración es bajo. Tomando en

cuenta este factor se ha considerado a la zona como de sensibilidad baja para las zonas que se encuentran fuera del Bosque Protector Abanico.

En el caso de las áreas dentro del Bosque Protector Abanico desde el punto de vista biótico, se cataloga como de sensibilidad media para la flora y fauna en sus zonas de influencia directa.

Una de las principales razones para catalogarle como área de sensibilidad media es la cobertura vegetal actualmente es afectada por la presencia de actividades antrópicas especialmente ganaderas y en cuanto a la fauna debido a que la mayoría de las especies son de sensibilidad media y no se evidencian sitios específicos tales como nidos, saladeros, dormideros, etc. en el área de influencia directa.

Con respecto a la fauna acuática igualmente se ha utilizado el criterio de que todo cuerpo de agua es sensible a los cambios en su estructura. Tomando en cuenta este aspecto se ha considerado al Río Upano, en el tramo comprendido entre captación y descarga, como una zona de alta sensibilidad debido a que podría variar el caudal y por consecuencia verse impactada la fauna acuática.

Tomando en cuenta estos puntos en el análisis de viabilidad ambiental, en este aspecto la alternativa 1 ha sido determinada su viabilidad como Media, con una calificación de 20,06 puntos.

2.2.2.2. Alternativa 2

Conforme la valoración realizada la alternativa 2 presenta los siguientes resultados:

Viabilidad técnico-operativa	Viabilidad sociocultural	Viabilidad ambiental	Valoración	Viabilidad
18,88	20,06	20,06	59	Media

Tabla 2. 9: Valoración Alternativa 2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

2.2.2.2.1 Viabilidad técnico-operativa

El proyecto captará agua del río Upano mediante una toma caucasiana y a su vez aprovechará los caudales turbinados de la central hidroeléctrica Normandía. Las alternativas 1 y 2, parten del mismo tanque de carga, dispuesto paralelo a la subestación y perpendicular a la casa de máquinas del proyecto Normandía. Ambas alternativas corresponden a un desarrollo de la conducción por la margen derecha del río Upano, tienen la misma alineación horizontal y vertical en el trazado de la tubería a baja presión. La diferencia radica en la ubicación de la tubería de presión y casa de máquinas, lo que determina que la alternativa 2 tenga una longitud mayor de conducción a baja y alta presión, sin embargo, por

la ubicación de la casa de máquinas de la alternativa 2 requerirá realizar menores cortes de terreno de moderada magnitud.

Si bien la alternativa 2 tiene una mayor longitud de conducción implicaría ubicar la Casa de Máquinas en una zona de menor pendiente y mayor estabilidad lo que reduciría los riesgos sobre la infraestructura.

Respecto con el análisis de la viabilidad técnica, la ubicación de la alternativa 2 no cruza otro tipo de proyecto de infraestructura. De igual manera no implica el cruce de cursos hídricos ya que los tributarios del río Upano en el trayecto de la tubería de conducción corresponden a quebradas de baja magnitud que no implican obras de ingeniería de gran dimensión para su cruce.

En cuanto a estabilidad geológica-geotécnica bajo el análisis realizado se determina que el proyecto se ubica en una zona de pendientes de mediana y fuerte inclinación en donde las características geológicas y mecánicas de los materiales que están constituyendo laderas la hace susceptible a movimientos en masa. Sin embargo, la ubicación de la Casa de Máquinas se ubica en una zona de mayor estabilidad.

Con el fin de comparar las dos alternativas (1 y 2) desde el punto de vista económico se analizó los costos referenciales tomando en consideración los rubros en los que existe una notable diferencia que son las obras civiles de la conducción a baja presión y tubería de presión, así como el suministro y montaje de la tubería de acero. Del presupuesto referencial de las dos alternativas se obtiene que la alternativa 2 es un poco más costosa porque implica mayor longitud de la tubería de conducción, sin embargo, la ubicación de la Casa de Maquinas en un lugar relativamente plano y estable reduce riesgos y costos en la construcción de esta infraestructura y permite una mejor operación de los equipos de generación.

Al ser una alternativa de mayor longitud implicaría mayores áreas de negociación por el establecimiento de la franja de servidumbre y adquisición de áreas para el proyecto.

Conforme lo mencionado en el análisis de viabilidad técnica y operativa, en este aspecto la alternativa ha sido evaluada con una calificación de 18,88, misma que corresponde a una Viabilidad Media.

2.2.2.2.2 Viabilidad sociocultural

Conforme con la información primaria y correspondiente al PDOT de la Parroquia Alshi-9 de Octubre la distancia promedio del proyecto a zonas de infraestructura comunitaria esta entre 700 a 1500 metros por lo cual no existe infraestructura cercana que sea susceptible de afectación.

No se evidencian viviendas de uso permanente o terrenos de alto uso agrícola en el trazado lo cual favorece las condiciones de intervención del proyecto con la menor afectación socioeconómica posible. Al ser una alternativa de mayor longitud se

tendrá mayor costo de negociación de áreas a adquirirse. Al igual que la alternativa 1 la alternativa 2 no afecta a terrenos en alta producción.

Cabe señalar que Hidroquest ha iniciado un proceso de adquisición de las áreas necesarias para la construcción y operación del proyecto, con lo cual se reduce la sensibilidad social en las mismas durante la operación siendo una alternativa viable.

Finalmente, con respecto a sitios arqueológicos se evidencian 2 hallazgos paralelos a la tubería de conducción en donde se encontraron pocos segmentos cerámicos no significativos, sin embargo, durante la construcción se realizará el monitoreo respectivo en caso de encontrar evidencias arqueológicas adicionales.

Conforme lo mencionado en el análisis de viabilidad social, en este aspecto la alternativa ha sido determinada su viabilidad como Media, con una calificación de 20.06 puntos.

2.2.2.2.3 Viabilidad ambiental

Respecto con el análisis de la viabilidad ambiental, la alternativa 2 en cuanto a su trazado se encuentra en la mayoría dentro de zonas de pastizales e intervenidas, un segmento de la tubería de conducción se encuentra dentro del Bosque Protector Abanico, una zona medianamente intervenida y en la cual se evidenciará las principales áreas de remoción de cobertura vegetal.

La mayoría del área a intervenirse corresponde a una zona de pastizales o bosques intervenidos, razón por la cual su nivel de alteración es bajo. Considerando este factor se ha considerado a la zona como de sensibilidad baja para las zonas que se encuentran fuera del Bosque Protector Abanico.

Una de las ventajas ambientales de esta alternativa es que al ubicar la Casa de Máquinas en una zona casi plana, ya intervenida y reducir los cortes de taludes se reduciría la afectación por movimiento de tierras, limpieza de cobertura vegetal y riesgos de deslizamientos.

En el caso de las áreas dentro del Bosque Protector Abanico desde el punto de vista biótico, se cataloga como de sensibilidad media para la flora y fauna en sus zonas de influencia directa.

Una de las principales razones para catalogarle como área de sensibilidad media es la cobertura vegetal actualmente es afectada por la presencia de actividades antrópicas especialmente ganaderas y en cuanto a la fauna debido a que la mayoría de las especies son de sensibilidad media y no se evidencian sitios específicos tales como nidos, saladeros, dormideros, etc en el área de influencia.

Con respecto a la fauna acuática igualmente se ha utilizado el criterio de que todo cuerpo de agua es sensible a los cambios en su estructura. Tomando en cuenta

este aspecto se ha considerado al Río Upano, en el tramo comprendido entre captación y descarga, como una zona de alta sensibilidad debido a que podría variar el caudal y por consecuencia verse impactada la fauna acuática.

Tomando en cuenta estos aspectos en el análisis de viabilidad ambiental de la alternativa 2, su viabilidad se considera Media, con una calificación de 20,06 puntos.

2.2.2.3. Alternativa 3

El proyecto captará agua del río Upano mediante una toma caucasiana y a su vez aprovechará los caudales turbinados de la central hidroeléctrica Normandía. La alternativa 3 parte del tanque de interconexión que está dispuesto paralelo a la subestación y perpendicular a la casa de máquinas del proyecto Normandía. Esta alternativa realiza un cruce fluvial del río Upano y continua con la tubería de conducción por la margen izquierda del río Upano hasta la Casa de Máquinas igualmente a la altura del sector Tigrillo en la margen izquierda del río.

Conforme la valoración realizada la alternativa 3 presenta los siguientes resultados:

Viabilidad técnico-operativa	Viabilidad sociocultural	Viabilidad ambiental	Valoración	Viabilidad
9,28	20,06	9,86	39,2	Baja

Tabla 2. 10: Valoración Alternativa 3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

2.2.2.3.1 Viabilidad técnico-operativa

De conformidad con el estudio geológico realizado por HIDROQUEST, la alternativa 3 que se desarrolla por la margen izquierda del río Upano, presenta pendientes superiores al 15% y alcanza 50%, se identifica riesgos de movimientos de laderas, se observa la existencia de varios escarpes de deslizamientos, los mismos que afectarían las obras a ser diseñadas en esa margen, por lo que el estudio anotado no recomienda esta alternativa.

Adicionalmente al ubicarse en la margen izquierda del río Upano significaría la construcción de obras de captación o conducción y movilización que involucren el cruce de este curso hídrico lo cual determinaría un impacto directo sobre el mismo.

Conforme un análisis presupuestario se determina que implicaría mayor cantidad de recursos y riesgos por lo cual no es viable económicamente.

Conforme lo mencionado en el análisis de viabilidad técnica y operativa, en este aspecto la alternativa ha sido evaluada con una calificación de 9,28, misma que corresponde a una Viabilidad Baja no viable técnica operativamente comparada con las otras 2 alternativas.

Es una alternativa no considerada para los diseños por lo cual no presenta plan o rutas propuestas.

2.2.2.3.2 Viabilidad sociocultural

Conforme con la información primaria y correspondiente al PDOT de la Parroquia Alshi-9 de Octubre la distancia promedio del proyecto a zonas de infraestructura comunitaria estaría entre 800 a 1500 metros por lo cual no existe infraestructura cercana que sea susceptible de afectación.

De igual manera no se evidencian viviendas de uso permanente o terrenos de alto uso agrícola en el trazado lo cual favorece las condiciones de intervención con la menor afectación socioeconómica posible.

Con respecto a sitios arqueológicos no se han realizado análisis debido a técnica y operativamente no es una alternativa viable.

Conforme lo mencionado en el análisis de viabilidad social, en este aspecto la alternativa ha sido determinada su viabilidad como Media, con una calificación de 20.06 puntos. Sin embargo, su valoración cultural no ha sido determinada.

2.2.2.3.3 Viabilidad ambiental

Respecto con el análisis de la viabilidad ambiental, la alternativa 3 no es viable, en relación con las anteriores, ya que involucra el cruce del río Upano lo cual implica impactos significativos como parte de las actividades que se deberían desarrollar.

En cuanto a su trazado se encuentra en la mayoría dentro de zonas de pastizales e intervenidas. Debido a su mayor complejidad geológica-geotécnica implicaría mayores riesgos de impactos ambientales por posibles movimientos en masa sobre el río Upano.

La mayoría del área a intervenirse corresponde a una zona de pastizales o bosques intervenidos, razón por la cual su nivel de alteración es bajo. Considerando este factor se ha considerado a la zona como de sensibilidad baja.

Si bien la sensibilidad biótica es baja se debe considerar que existirá remoción de cobertura vegetal y fragmentación del hábitat. Adicionalmente en el caso del río Upano se considera una sensibilidad biótica alta debido a las actividades que implican el cruce fluvial de la tubería.

Tomando en cuenta estos aspectos en el análisis de viabilidad ambiental de la alternativa 3, su viabilidad se considera Baja, con una calificación de 9,86 puntos, ambientalmente involucra mayor impacto debido a las condiciones necesarias

para su construcción en especial respecto al cruce del río Upano por lo cual no se la considera viable.

Cabe señalar que esta alternativa no se grafica ya que fue descartada por las condiciones indicadas.

2.3. Jerarquización de alternativas

Conforme el análisis se detallan a continuación los resultados de las alternativas analizadas y su jerarquización acorde a su valoración:

Alternativa	Valoración
Alternativa 1	59,0 Media
Alternativa 2	59,0 Media
Alternativa 3	39,2 Media

Tabla 2. 11: Calificación de alternativas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Considerando que las características señaladas, las alternativas 1 y 2 tienen similares calificaciones, sin embargo, se optó por seleccionar la alternativa 2 para desarrollar el estudio y diseño debido a que las condiciones de construcción de Casa de Máquinas son técnica, social y ambientalmente más favorables, por lo cual es la alternativa elegida y VIABLE.

Alternativa	Viabilidad Técnica – Operativa	Viabilidad sociocultural	Viabilidad Ambiental	Calificación	Dictamen
Alternativa 2	18,88	20,06	20,06	59	**VIABLE**
Alternativa 1	18,88	20,06	20,06	59	**No viable**
Alternativa 3	9,28	20,06	9,86	39,2	**No viable**

Tabla 2. 12: Jerarquización de alternativas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Las alternativas 1 y 2, parten del mismo tanque de carga y corresponden a un desarrollo de la conducción por la margen derecha del río Upano, tienen la misma alineación horizontal y vertical en el trazado de la tubería a baja presión. La diferencia radica en la ubicación de la tubería de presión y casa de máquinas, lo que determina que la alternativa 2 tenga una longitud mayor de conducción a baja y alta presión, sin embargo, por la ubicación de la casa de máquinas de la alternativa 2 requerirá realizar menores cortes de terreno de moderada magnitud.

Si bien la alternativa 2 tiene una mayor longitud de conducción implicaría ubicar la Casa de Máquinas en una zona de menor pendiente y mayor estabilidad lo que reduciría los riesgos sobre la infraestructura.

Respecto con el análisis de la viabilidad técnica, la ubicación de la alternativa 2 no cruza otro tipo de proyecto de infraestructura. De igual manera no implica el cruce de cursos hídricos ya que los tributarios del río Upano en el trayecto de la tubería de

conducción corresponden a quebradas de baja magnitud que no implican obras de ingeniería de gran dimensión para su cruce.

En cuanto a estabilidad geológica-geotécnica bajo el análisis realizado se determina que el proyecto se ubica en una zona de pendientes de mediana y fuerte inclinación en donde las características geológicas y mecánicas de los materiales que están constituyendo laderas la hace susceptible a movimientos en masa. Sin embargo, la ubicación de la Casa de Máquinas se ubica en una zona de mayor estabilidad.
Con el fin de comparar las dos alternativas (1 y 2) desde el punto de vista económico se analizó los costos referenciales tomando en consideración los rubros en los que existe una notable diferencia que son las obras civiles de la conducción a baja presión y tubería de presión, así como el suministro y montaje de la tubería de acero. Del presupuesto referencial de las dos alternativas se obtiene que la alternativa 2 es un poco más costosa porque implica mayor longitud de la tubería de conducción, sin embargo, la ubicación de la Casa de Maquinas en un lugar relativamente plano y estable reduce riesgos y costos en la construcción de esta infraestructura y permite una mejor operación de los equipos de generación.

2.4. Conclusiones

Conforme el análisis de las posibles alternativas para el proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST se ha procedido a la selección de la alternativa considerada como viable conforme a la evaluación de los criterios técnicos – operativos, socioculturales y ambientales.

La alternativa más viable para el desarrollo del proyecto corresponde a la Alternativa 2.

Es importante destacar que las alternativas 1 y 2 parten del mismo tanque de carga y corresponden a un desarrollo de la conducción por la margen derecha del río Upano, tienen la misma alineación horizontal y vertical en el trazado de la tubería a baja presión. Sin embargo, la diferencia radica en la ubicación de la Casa de Máquinas, lo que determina que la alternativa 2 reduce la necesidad de cortes de moderada magnitud y el riesgo de generar inestabilidad en taludes ya que es infraestructura estará ubicada en una zona relativamente plana. Esta diferencia hace que, si bien las dos alternativas tienen la misma calificación, la alternativa 1 es la menos viable por implicar cortes de moderada magnitud en la construcción de la Casa de Máquinas e incrementar el riesgo de inestabilidad de taludes lo cual podría afectar las condiciones técnico-operativas durante la construcción.

Con respecto a la alternativa 3, que se desarrolla por la margen izquierda del río Upano, de conformidad con el estudio geológico realizado por HIDROQUEST, presenta pendientes superiores al 15% y alcanza 50%, se identifica riesgos de movimientos de laderas, se observa la existencia de varios escarpes de deslizamientos, los mismos que afectarían las obras a ser diseñadas en esa margen, por lo que el estudio anotado no recomienda esta alternativa.

La alternativa 3 involucraría también intervenciones constructivas para el cruce del río Upano, maquinaria y logística que representan mayores impactos ambientales y riesgos físicos por lo cual no es una alternativa viable.

Por tanto:

- En cuanto a condiciones físicas las alternativas 1 y 2 son similares, sin embargo, la alterativa 2 reduce la necesidad de cortes de mediana magnitud y riesgos de deslizamientos en el área de Casa de Máquinas.

- Desde el punto de vista biótico prácticamente las alternativas 1 y 2 son iguales ya que las características bióticas de la zona son las mismas. La alternativa 3 no es viable debido al cruce fluvial del río Upano.

  La alternativa 2 representa mejores condiciones para la construcción de la Casa de Máquinas lo cual a su vez reduciría la remoción de cobertura vegetal al ubicarse en una zona prácticamente plana con intervención antrópica.

- En cuanto al componente socioeconómico las 3 alternativas mantienen condiciones similares, no se evidencian viviendas de uso permanente o terrenos de alto uso agrícola en el trazado lo cual favorece las condiciones de intervención con la menor afectación socioeconómica posible.

  La alternativa 2 mantiene mejores condiciones de negociación en el área de Casa de Máquinas con los propietarios reduciendo procesos de complejidad en la liberación de terrenos.

- Desde el punto de vista económico las alternativas 1 y 2 mantienen similitud sin embargo la alternativa 2 a pesar de tener una conducción más larga presenta mejores condiciones constructivas y operativas en cuanto a la Casa de Máquinas lo cual la transforma en la más conveniente.

Considerando que las características señaladas, las alternativas 1 y 2 tienen similares calificaciones, sin embargo, se optó por seleccionar la alternativa 2 para desarrollar el estudio y diseño debido a que las condiciones de construcción de Casa de Máquinas son técnica, social y ambientalmente más favorables, por lo cual es la alternativa elegida y VIABLE.

Alternativa	**Viabilidad Técnica – Operativa**	**Viabilidad sociocultural**	**Viabilidad Ambiental**	**Calificación**	**Dictamen**
Alternativa 1	18,88	20,06	20,06	59	**No viable**
Alternativa 2	18,88	20,06	20,06	59	**VIABLE**
Alternativa 3	9,28	20,06	9,86	39,2	**No viable**

Tabla 2. 13: Resultados de viabilidad del análisis de alternativas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO HIDROQUEST

3. DEMANDA DE RECURSOS NATURALES

Preparado por:

HIDROQUEST

Para:

MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA

ENERO 2024

CONTENIDO

3.1. INTRODUCCIÓN 3

3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 4

3.3. CICLO DE VIDA DEL PROYECTO 6

3.4. ACTIVIDADES 7

3.4.1 Construcción 7

3.4.2 Operación 8

3.4.3 Cierre 9

3.5 DEMANDA DE RECURSOS 9

3.5.1 Personal 9

3.5.2 Insumo de materiales y cantidades de obra para la construcción de interconexión, conducción y casa de Máquinas, vías 10

3.5.2.1 Construcción 10

3.5.2.2 Operación, mantenimiento y cierre 13

3.5.3 Insumo de materiales y cantidades de obra para la Línea de transmisión 14

3.5.4 Maquinaria y equipo 15

3.5.4.1 Construcción 15

3.5.4.2 Operación y mantenimiento 16

3.5.4.3 Cierre 16

3.1. INTRODUCCIÓN

El Proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST, es una iniciativa de la compañía HIDROQUEST S.A a ser implementado como un proyecto independiente de generación de energía eléctrica dentro del marco legal del sector eléctrico ecuatoriano, para un adecuado aprovechamiento de los recursos hídricos del país y en beneficio de su progreso y desarrollo.

El proyecto se sitúa en el río Upano en la cuenca hidrográfica del mismo nombre, que pertenece al curso superior del sistema Upano-Namangoza-Santiago-Marañón-Amazonas que tiene su origen en las estribaciones de la Cordillera Oriental de los Andes.

El proyecto captará agua del río Upano mediante una toma caucasiana y a su vez aprovechará los caudales turbinados de la central hidroeléctrica Normandía que cuenta con el título habilitante otorgado por ARCONEL.

El proyecto HIDROQUEST captará 33.53 m3/s, caudal que será llevado al pozo de carga que se encuentra ubicado inmediatamente aguas abajo de la toma caucasiana a construirse, estos caudales serán conducidos a través de una tubería de baja presión hacia la casa de máquinas de la central HIDROQUEST, donde se instalarán 3 turbinas tipo Francis para su generación. Los caudales turbinados serán descargados directamente al cauce natural del río Upano.

El proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST se encuentra ubicado aguas abajo de la central NORMANDÍA que actualmente está en funcionamiento. Este proyecto capta los caudales naturales de los afluentes de la margen izquierda y derecha del río Upano a través de una toma Caucasiana para ser llevados, un caudal máximo de 10 m3/s, hasta el tanque de carga, mediante una tubería que trabajará a baja presión.

Adicionalmente se utilizará los caudales turbinados 23,53 m3/3 de la central Normandía que igualmente descargan directamente a este tanque de carga.

La obra de toma principal del proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST se ubica en el eje del reservorio que se localiza en las coordenadas: Norte 9753754.123 – Este 803778.02, la misma que se sitúa dentro del reservorio de interconexión del proyecto hidroeléctrico Normandía.

Actualmente el tanque de interconexión y la toma frontal se encuentran construidas ya que forman parte del proyecto Hidroeléctrico Normandía y servirán como sistema de interconexión con la tubería de conducción del proyecto HIDROQUEST.

El caudal captado de 33.53 m3/s será llevado al pozo de carga con un nivel normal de operación en la cota 1552.02 msnm.

La conducción de baja presión se inicia al final del pozo de carga cuya solera se ubica en la cota 1540.28 msnm, el trazado de la conducción se desarrolla por la margen derecha del río Upano donde se ha diseñado una tubería de acero enterrada de 3.50 m de diámetro junto a una pista para su construcción. La longitud de la conducción hasta el eje de la interconexión con la chimenea de equilibrio es de 8524 m.

La chimenea de equilibrio parte desde el punto de confluencia de la tubería de baja presión y la tubería de presión en la cota 1489.76 msnm. La chimenea de equilibrio es del tipo de orificio restringido conformada por una tubería enterrada que se desarrolla en la ladera derecha localizada sobre la pista de las tuberías de baja y alta presión.

La tubería de presión se inicia desde la confluencia de la tubería de baja presión y la tubería de interconexión con la chimenea de equilibrio en la abscisa 8+728.80 hasta alcanzar al trifurcador que se encuentra ubicada agua arriba de la casa de máquinas. La tubería de presión será igualmente enterrada, de acero con un diámetro interno de 3.50 m y con una longitud desarrollada de 476 m. La tubería de presión dispondrá de bloques de anclaje en cada uno de los cambios de dirección.

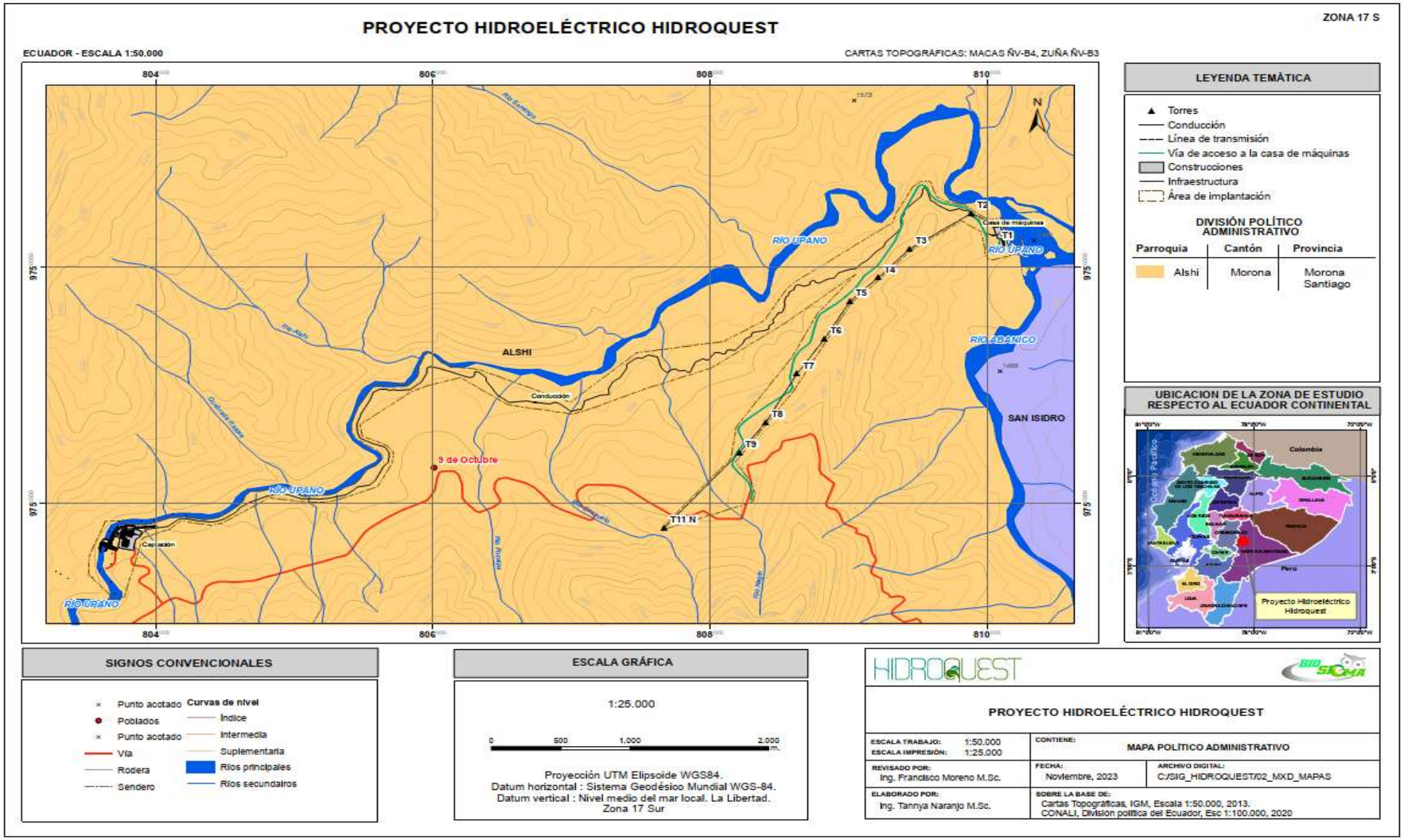
La casa de máquinas se halla localizada junto a la subestación en una plataforma emplazada en la margen derecha del río Upano en la cota 1391.55 msnm, donde se instalarán 3 turbinas Francis de eje horizontal con una potencia instalada de 45 MW.

Los caudales turbinados son descargados directamente al río Upano a través de vertederos independientes para cada unidad, cuya cresta se ubica en la cota 1386.60 msnm. Aguas abajo de los vertederos de control se ha diseñado un canal común de descarga para llevar los caudales turbinados hacia el río Upano.

La energía generada será enviada mediante una línea de transmisión hacia la subestación de la Central Hidroeléctrica. La línea de transmisión constará de 9 torres de en una longitud aproximada de 4 km. Se empatará con la LT del proyecto Normandía a la altura de la Torre 11 de ese proyecto utilizando las torres en un tramo de doble circuito, cuya longitud aproximada es de 5 km. En tal razón sólo será necesario construir el tramo adicional de la LT entre la Casa de Máquinas de Hidroquest y la Torre 11 de Hidronormandía.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST se ubica en la Región Amazónica Ecuatoriana (Sur oriente) dentro de la Provincia de Morona Santiago, cantón Morona, Parroquia Alshi-9 de Octubre.



Mapa 3. 1: Mapa de Ubicación Político-Administrativa del Proyecto
Fuente: HIDROQUEST/CARTAS IGM 2013
Elaboración: Equipo Consultor

El área de influencia es un paisaje mixto con áreas antrópicas y relictos boscosos, presenta una cubierta vegetal discontinua con variaciones escénicas como:

- Presencia de fincas, infraestructura hidroeléctrica, vías de acceso, cabecera parroquial de 9 de Octubre.

- Zonas de regeneración o rastrojo con dominancia de vegetación herbácea y arbustiva con árboles aislados, zonas de varios cultivos y amplias áreas de pastizales.

- Zona de relictos de bosque secundario principalmente.

El área del proyecto, es el típico de las estribaciones de la cordillera oriental; esto es, piedemonte, colinas altas y vertientes irregulares, hasta estructuras montañosas con pasturas y árboles en pie ralos siempre verdes y vegetación exuberante en las laderas y sitios más escarpados; aunque en ciertos sectores, inclusive en área de pendientes, se observan importantes espacios de pasto.

Si bien el área se encuentra con un importante grado de alteración, que ha conducido a la pérdida de la cobertura vegetal original; la presencia de una fisiografía irregular y cambiante; la presencia del curso del Río Upano y sus afluentes; así como la presencia de relictos de vegetación asociados al Bosque Protector Abanico definen al área de implantación del proyecto como de calidad Media de paisaje.

Considerando el paisaje antrópico, el área se caracteriza por una mixtura, con sectores eminentemente rurales, combinados con sectores poblados con infraestructura urbana y áreas de desarrollo de actividades productivas, especialmente ganaderas.

Un factor potenciador del paisaje es la presencia del Bosque Protector Abanico y volcán Sangay visible desde el área del proyecto.

3.3. CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

- Fase de construcción e instalación de infraestructura: 3 años.

  Cabe señalar que no está previsto el uso de material explosivo para la construcción del proyecto, salvo que durante la construcción se vea alguna necesidad excepcional, en cuyo caso se contratará empresas calificadas para esta actividad quienes contarán con los procedimientos específicos de manejo acorde a la normativa aplicable.

  En caso de requerirse un Polvorín se utilizará el establecido para el Proyecto Hidronormandía que en su momento fue validado y cumplió con las especificaciones necesarias.

En el capítulo de análisis de riesgos y se establece el análisis y medidas a aplicarse en caso de manejo de explosivos.

- Fase de operación y mantenimiento: A lo largo de toda su vida útil (el período de amortización mínimo calculado para un proyecto hidroeléctrico y su línea de transmisión y subestaciones oscila entre 40 a 50 años).

- Fase de cierre: Una vez terminada la vida útil del proyecto en caso de requerirse.

3.4. ACTIVIDADES

Para el desarrollo del proyecto se determinaron las fases y actividades de este considerando actividades de construcción, operación y mantenimiento y cierre. Bajo este criterio, se listan las diferentes actividades del proyecto de acuerdo con las diferentes fases.

3.4.1 Construcción

A. **Adecuación de áreas de trabajo**: Consiste en la limpieza de cobertura vegetal, vegetación arbórea y arbustiva y delimitación topográfica de las áreas donde se ubicarán las facilidades: tanque de carga, tubería de conducción, casa de máquinas y accesos a la misma.

B. **Transporte de equipos y personal**: consiste en la movilización de personal, maquinaria y demás accesorios y material para la construcción lo que pude provocar aumento de tráfico vehicular, polvo, emisiones a la atmósfera, ruido.

   Con respecto a la tubería de conducción, se transportarán por vía terrestre los tubos, desde la localidad de importación a un sitio de apilamiento seguro, posteriormente la tubería será colocada a lo largo del DDV en forma lineal, continua, puede provocar aumento en el tráfico vehicular, ruido, polvo y liqueos por la utilización de maquinaria pesada

C. **Construcción de toma caucasiana. -** Consiste en la construcción de la obra de captación es del tipo caucasiana y está ubicada en el cuerpo del azud. Considerando el ancho del cauce del río Upano y para tener un empotramiento adecuada de la escalera de peces, azud y toma se adopta un ancho total para el cierre del río de 56.20 m; de los cuales, 4.10 m corresponden a la escalera de peces, 28.50 m al azud y 23.60 m a la rejilla de fondo.

D. **Construcción de casa de máquinas.** Comprende la remoción de suelo y construcción de la infraestructura de casa de máquinas del proyecto. Implica las siguientes actividades:
   - Corte de relleno

- Construcción de la planta de hormigón
- Construcción de casa de máquina y subestación
- Vías de acceso

No se prevé la construcción de campamentos permanentes en el área del proyecto durante la construcción. La empresa contratista encargada de las actividades mantendrá campamentos temporales. Estas instalaciones contarán con todas las facilidades necesarias (campers) para oficinas y carpas para comedores del personal, con las condiciones higiénicas necesarias para su funcionamiento.

E. **Apertura de DDV e instalación de tubería de conducción:** Esta actividad provocará movimiento de tierras, afectación de zonas aledañas por disposición de suelo, aumento de ruido, emisiones a la atmósfera y liqueos de combustible por la utilización de maquinaria pesada.

Se realizará la soldadura del tubo y será colocado dentro de la zanja a lo largo del trazado.

F. **Construcción de chimenea de equilibrio:** La chimenea de equilibrio es del tipo de orificio restringido conformada por una tubería enterrada que se desarrolla en la ladera derecha localizada sobre la pista de las tuberías de baja y alta presión. Para su ubicación se prevé la remoción de capa vegetal, apertura de zanja y nivelación del terreno lo cual podría generar fenómenos de movimiento en masa. La chimenea de equilibrio se considera parte de la instalación de la tubería de conducción.

G. **Instalación de Línea de Transmisión:** Comprende la instalación de torres y cableado de la línea de transmisión para lo cual existirá la poda de vegetación, aumento de ruido y circulación de personal. No será necesario el uso de maquinaria pesada.

H. **Montaje y prueba de equipos**: comprende la instalación de estructuras en áreas ya intervenidas; instalación de todos los equipos y accesorios necesarios que conforman la nueva casa de Máquinas, línea de transmisión.

3.4.2 Operación

I. **Operación y Mantenimiento:** Consiste en las actividades de generación de energía hidroeléctrica para lo cual funcionarán de manera permanente las turbinas de generación, subestación y se realizarán durante la vida útil del proyecto mantenimientos preventivos y correctivos de los sistemas de generación. La operación y mantenimiento generará ruido, desechos comunes y peligrosos, almacenamiento de productos u equipos.

3.4.3 Cierre

J. **Desmontaje de equipos**: consiste en efectuar el desmontaje de los equipos y la remoción de toda infraestructura que sea innecesaria luego de la culminación de la vida útil del proyecto en caso de abandono total.

3.5 DEMANDA DE RECURSOS

3.5.1 Personal

El personal estimado que se contrataría para las actividades de construcción del proyecto se describe en la siguiente tabla:

Personal	Fase
Capataz	Construcción
Albañil, operador de equipo liviano, pintor, fierrero, carpintero	Construcción
Peón	Construcción
Operador de equipo pesado	Construcción
Chofer	Construcción
Electricista general	Construcción
Soldador	Construcción
Tubero	Construcción
Cadenero	Construcción
Topógrafo	Construcción
Laboratorista	Construcción
Guardia de seguridad	Construcción
Personal de limpieza	Construcción
Linieros	Construcción
Técnico de fibra óptica/ cobre / empalmador	Construcción
Superintendente	Construcción
Médico	Construcción
Supervisor civil	Construcción
Supervisor SSA	Construcción
Supervisor eléctrico	Construcción
Supervisor de movimiento de tierras	Construcción
Administrador	Construcción
Bodeguero	Construcción

Tabla 3. 1: Personal estimado a contratarse para construcción
Fuente: HIDROQUEST
Elaboración: Equipo consultor

Con respecto a la operación y mantenimiento se estima que el personal necesario que se contrataría es el siguiente sin considerar personal eventual para mantenimiento específico de las facilidades:

Personal	Fase
Jefe de planta	Operación y mantenimiento
Supervisores	Operación y mantenimiento
Operadores	Operación y mantenimiento
Chofer	Operación y mantenimiento
Personal de limpieza	Operación y mantenimiento

Equipo SSA	Operación y mantenimiento
Equipo de RRCC	Operación y mantenimiento
Supervisor eléctrico	Operación y mantenimiento
Cuadrillas de mantenimiento	Operación y mantenimiento

Tabla 3. 2: Personal estimado a contratarse para construcción
Fuente: HIDROQUEST
Elaboración: Equipo consultor

Para la fase de cierre no es posible estimar personal necesario ya que dependerá de las condiciones que se presenten en caso de intervenir en esta fase.

3.5.2 Insumo de materiales y cantidades de obra para la construcción de interconexión, conducción y casa de Máquinas, vías

A continuación, se describen los materiales y las cantidades de obra estimadas para el proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST en cuanto a la construcción de las facilidades:

3.5.2.1 Construcción

ITEM	DESCRIPCIÓN	UD	CANTIDAD
	RESERVORIO Y OBRAS ANEXAS		
	Excavación		
1	Excavación en roca	m3	12609,35
2	Excavación en suelo residual	m3	139577,65
	Relleno		
3	Relleno compactado	m3	69712
4	Enrocado		
5	Enrocado para dique de protección	m3	720
6	Enrocado corrección cauce río	m3	2580
	Hormigón		
7	Hormigón estructural de cemento Pórtland - (replantillo)	m3	228,4
8	Hormigón pozos	m3	32
9	Hormigón estructural	m3	5182
10	Longitud de cunetas	m	1969
	Refuerzo		
11	Acero de refuerzo en barras - (fy= 4200 kg/cm2)	kg	285016,4
	Drenaje		
12	Geomembrana en solera y talud	m2	2474
13	Geotextil en solera y talud	m2	2474
14	Banda junta de PVC	m	573
15	Tubería de drenaje (hormigón poroso o similar), D = 110 mm	m	627
16	Tubería de drenaje (hormigón poroso o similar), D = 200 mm	m	680
17	Tubería de recolección, D = 200 mm	m	186
18	Tubería de descarga secundaria, D = 300 mm	m	112
19	Tubería de descarga principal, D = 400 mm	m	280
20	Material de filtro	m3	224
21	Cama de arena	m3	379
22	Válvulas de clapeta	u	72
	Cerramiento		
23	Cerramiento de malla exterior	m	433

CONDUCCIÓN DE BAJA PRESIÓN			
Excavación			
24	Excavación en roca	m3	166395,3
25	Excavación en suelo residual	m3	881569,45
26	Excavación en coluvial	m3	215988,25
Relleno			
27	Relleno compactado	m3	225101
28	Cama de arena	m3	3862
Hormigón			
29	Hormigón - (replantillo)	m3	52
30	Hormigón estructural	m3	1873
Drenaje			
31	Excavación cunetas y descargas	m3	9040
32	Hormigón descargas	m3	330
33	Tubo perforado D = 4"	m	11480
34	Tubería D = 0.50	m	700
35	Manta geotextil	m2	29183
36	Material de filtro	m3	3660
Cruces quebrada			
Tipo 1			
37	Excavación	m3	2544
38	Hormigón estructural	m3	1260
39	Hormigón ciclópeo	m3	860
40	Replantillo e= 0.10 m	m3	32
41	Relleno enrocado	m3	5880
42	Gaviones	m3	216
43	Tubería, D = 0.30 m	m	308
Tipo 2			
44	Excavación	m3	2968
45	Hormigón estructural	m3	840
46	Hormigón ciclópeo	m3	424
47	Replantillo e= 0.10 m	m3	32,8
48	Relleno enrocado	m3	1496
49	Gaviones	m3	144
Refuerzo			
50	Acero de refuerzo en barras - (fy= 4200 kg/cm2)	kg	104790
CHIMENEA DE EQUILIBRIO			
Excavación en zanja			
51	Excavación en roca	m3	2254,35
52	Excavación en suelo residual	m3	6763,05
53	Excavación en coluvial	m3	5011,6
Relleno			
54	Relleno compactado	m3	5827
55	Relleno simple	m3	9100
56	Cama de arena	m3	68
Hormigón			
57	Hormigón - (replantillo)	m3	41
58	Hormigón estructural	m3	4080
Refuerzo			
59	Acero de refuerzo en barras - (fy= 4200 kg/cm2)	kg	163200
TUBERÍA DE PRESIÓN			
Excavación			
60	Excavación en roca	m3	3140,7
61	Excavación en suelo residual	m3	17414,55
62	Excavación en coluvial	m3	5851,75

Relleno			
63	Relleno compactado	m3	12460
64	Cama de arena	m3	214
Hormigón			
65	Hormigón (replantillo)	m3	57
66	Hormigón estructural	m3	3202
Refuerzo			
67	Acero de refuerzo en barras - (fy= 4200 kg/cm2)	kg	128080
CASA DE MÁQUINAS			
Excavación plataforma de casa de máquinas y subestación			
68	Excavación en roca	m3	5847,5
69	Excavación en aluvial	m3	14678
70	Excavación en suelo residual	m3	38932,5
71	Excavación en coluvial	m3	23390
Excavación por debajo del nivel 1391.75 msnm			
72	Excavación en roca	m3	871,5
73	Excavación en aluvial	m3	5972
74	Excavación en suelo residual	m3	5100,5
75	Excavación en coluvial	m3	2486
Excavación canal descarga			
76	Excavación en roca	m3	145,5
77	Excavación en aluvial	m3	964
78	Excavación en suelo residual	m3	1018,5
79	Excavación en coluvial	m3	582
Relleno			
80	Relleno compactado casa de máquinas	m3	10202
81	Relleno compactado canal descarga	m3	854
82	Enrocado grueso de protección		
83	Enrocado protección cauce río Upano	m3	200
Hormigón			
84	Hormigón casa de máquinas		
85	Hormigón-(replantillo)	m3	136
86	Hormigón estructural	m3	2943
87	Hormigón descarga		
88	Hormigón - (replantillo)	m3	46
89	Hormigón estructural	m3	1600
Refuerzo			
90	Acero de refuerzo en barras - (fy= 4200 kg/cm2)	kg	184820
91	Hormigón (cajas, pozos y fosa séptica)	m3	39
92	Hormigón cuneta perimetral	m3	28
93	Tubería de PVC, D = 200 mm	m	322
94	Tubería de PVC, D = 300 mm	m	170
95	Tubería de PVC, D = 400 mm	m	60

Tabla 3. 3: Cantidades de obra Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest
Fuente y elaboración: HIDROQUEST

El volumen total de excavación aproximado estimado será de 1547.808 m^3 (suelo y roca) de los cuales se utilizarán en rellenos cerca de 345.000 m^3. Con respecto a los 1202.808 m^3 restantes estos serán dispuestos de la siguiente manera:

- En los sitios en los que por razones topográficas sea posible la colocación de suelo de corte se realizará botes laterales de manera controlada. En este caso se estima se podría disponer alrededor de 200.000 m^3. Por ningún motivo los

botes laterales se ubicarán en sitios donde se pueda afectar cuerpos de agua, sitios bióticos sensibles o cauce daños a terceros.

- El material restante, es decir, cerca de 1.000.000 m^3 se dispondría en escombreras debidamente estabilizadas ubicadas en sitios donde la topografía sea lo más regular posible, alejadas de cursos hídricos. Estos sitios deberán ser previamente validados por el equipo socioambiental del proyecto, así como por la fiscalización teniendo en cuenta condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración con el entorno. Se estima que se requerirá cerca de 10 hectáreas para escombreras.

Se han definido sitios tentativos de ubicación de escombreras con el fin de establecer las condiciones adecuadas de disposición de material, sin embargo, el contratista podrá proponer al fiscalizador lugares alternativos escogidos como escombreras, y que serán aquellos sitios que cumplan con las siguientes condiciones mínimas:

- Respetar la distancia de transporte dentro de los parámetros establecidos y que no afecten el costo de transporte ni produzca efectos visuales adversos.
- Alcanzar una adecuada capacidad de almacenamiento, la cual está en función del volumen de estériles a mover.
- Alcanzar la integración y restauración de la estructura con el entorno.
- Verificar la capacidad portante suficiente para el volumen a recibir. Se estima que en cada escombrera se podrá depositar cerca de 100.000 m^3 de material por hectárea.
- Garantizar el drenaje.
- No producir alteraciones sobre hábitats sensibles.

En el Capítulo 1, Subcapítulo Descripción del Proyecto del presente estudio se presenta el mapa de ubicación de escombreras y el procedimiento general de manejo de estas.

Con respecto a la fuente de materiales pétreos se utilizarán canteras debidamente autorizadas.

3.5.2.2 Operación, mantenimiento y cierre

Para la fase operativa no se requerirá insumos o equipos específicos salvo mantenimientos programados en cuyo caso los materiales e insumos dependerán del tipo de actividad o mantenimiento definido una vez se implementen y operen las facilidades.

Para la fase de cierre no es posible determinar materiales e insumos necesarios ya que dependerá de las condiciones que se presenten en caso de intervenir en esta fase.

3.5.3 Insumo de materiales y cantidades de obra para la Línea de transmisión

A continuación, se detallan los insumos tentativos estimados para la instalación de la línea de transmisión:

ITEM	DESCRIPCION	UD	CANTIDAD
1	Cadena de Suspensión del conductor ACAR	conj.	44
1,1	Horquilla Y bola	c/u	
1,2	Rotula ojo	c/u	
1,3	Grapa de suspensión	c/u	
1,4	Varilla de armar para conductor	c/u	
2	Suspensión del cable de Guardia OPGW	conj.	12
2,1	Grapa de suspensión del cable de guardia	c/u	
2,2	Varilla de armar el cable de guardia	c/u	
2,3	Conector de ranuras paralelas para cable de guardia	c/u	
2,4	Conector cable placa para cable de guardia	c/u	
3	Retención de conductor	conj.	54
3,1	Horquilla Y bola	c/u	
3,2	Rotula ojo	c/u	
3,3	Grapa de retención tipo pistola	c/u	
3,4	Grapa de Ranuras paralelas	c/u	24
4	Retención del cable de guardia OPGW	conj.	10
4,1	Grillete con pasador	c/u	
4,2	Acoplamiento horquilla ojo	c/u	
4,3	Grapa de retención tipo pistola para cable guardia	c/u	
4,4	Conector de ranuras paralelas para cable de guardia	c/u	
4,5	Conector cable placa para cable de guardia	c/u	
5	Aisladores ANSI 52-3; 13 por cadena	c/u	1372
6	Esfera de Señalización de.60 cm de diámetro	c/u	
7	Varillas de puesta a tierra de copperweld 5/8" x 10' suministrada con conector para conductor copperweld 3 N° 8 AWG.	c/u	36
8	Conector cable-placa, de bronce, para conductor 3 N° 8 AWG copperweld a perfil plano.	c/u	36
9	Amortiguadores stockbridge para conductorACAR 750 MCM	c/u	120
10	Amortiguadores tipo espiral para cable OPGW	c/u	40
11	Amortiguadores stockbridge para cable de acero de 5/16" de diámetro, de alta resistencia de tracción	c/u	
12	Empalme de compresión a plena tensión para conductor	c/u	12
13	Manguito de reparación para ACAR 750 MCM	c/u	6
14	Placas de numeración y peligro	c/u	27
15	Grapas de bajada para cable OPGW	c/u	80
16	Cajas para unión de OPGW	c/u	4
17	Conductor ACAR 750 MCM 18/19 suministrado en carretes de 2500 mts	km	24
18	Cable OPGW DE 24 FIBRAS, suministrado en carretes de 3000 mts	km	9
19	Cable copperweld 3 x Nº 8	m	800

Tabla 3. 4: Insumos LT Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest
Fuente y elaboración: HIDROQUEST

Para la fase operativa no se requerirá insumos o equipos específicos salvo mantenimientos programados en cuyo caso los materiales e insumos dependerán del tipo de actividad o mantenimiento definido una vez se implementen y operen las facilidades.

Para la fase de cierre no es posible determinar materiales e insumos necesarios ya que dependerá de las condiciones que se presenten en caso de intervenir en esta fase.

3.5.4 Maquinaria y equipo

3.5.4.1 Construcción

De manera general se estima que los equipos y maquinaria que serían utilizados en la fase constructiva del proyecto serían:

Maquinaria / Equipo	Uso	Tipo de Energía para su funcionamiento	Potencia y/o capacidad	Fase
Camioneta	Transporte	Diesel	N/A	Construcción
Estación total	Topografía	Baterías	N/A	Construcción
Tanquero de agua	Hidratación vías de acceso	Diesel	N/A	Construcción
Bus	Movilización de personal	Diesel	N/A	Construcción
Cama baja y alta	Movilización de maquinaria y equipos	Diesel	N/A	Construcción
Autotanque de combustible	Abastecimiento de combustible	Diesel	N/A	Construcción
Concretera	Mezcla de concreto	Diesel	N/A	Construcción
Vibrador	Compactación de suelo	Diesel	N/A	Construcción
Camión grúa	Movilización de materiales,	Diesel	N/A	Construcción
Excavadora	Excavación y movimiento de tierras	Diesel	N/A	Construcción
Volqueta	Acopio y desalojo de material	Diesel	N/A	Construcción
Planta de Hormigón	Mezcla de concreto a mayor escala	Diesel	N/A	Construcción
Electro soldadoras	Soldadura	Diesel	N/A	Construcción
Generador	Generador de energía provisional	Diesel	N/A	Construcción
Grúa	Movilización de materiales	Diesel	N/A	Construcción
Herramientas menores	Albañilería, trabajos menores	N/A	N/A	Construcción
Bomba sumergible	Extracción de agua	Diesel/eléctrico	N/A	Construcción
Martillo neumático	Excavación en roca	N/A	N/A	Construcción
Compresor	Alimentador para equipos	Eléctrico	N/A	Construcción

Tabla 3. 5: Maquinaria y equipo
Fuente y elaboración: Hidroquest

Adicionalmente, de manera general se estima el tipo de combustible que serán utilizados en la fase constructiva del proyecto, sin embargo, no es posible determinar la cantidad exacta necesaria ya que estos factores dependen de las condiciones reales de construcción:

Combustible	Cantidad estimada	Condiciones de Almacenamiento (INEN 2266)	Fase
Diesel	500 Gls/diarios	numeral 6.8 Almacenamiento Norma NTE INEN 2 266:2000	Construcción

Tabla 3. 6: Combustible estimado
Fuente y elaboración: Hidroquest

Respecto al consumo de energía y agua para la fase constructiva, no es posible calcular ya que es variable en función de las actividades, condiciones, clima, etc.

3.5.4.2 Operación y mantenimiento

Para la fase operativa no se requerirá maquinaria o equipos específicos salvo mantenimientos en cuyo caso los materiales e insumos dependerán del tipo de actividad que será definida una vez operen las facilidades.

En cuanto al uso de energía, agua y combustible para la fase operativa se estima que para consumos propios del proyecto se requerirá 0,5 MW/h cuya energía renovable es administrada del mismo sistema de generación del proyecto.

En lo correspondiente a uso y aprovechamiento de agua durante la fase operativa, el caudal captado será de 33.53 m3/s para el funcionamiento de los sistemas de generación hidroeléctrica, el mismo que se restituye al río Upano.

Con respecto a combustible durante la fase operativa se estima se utilizará Diesel para el funcionamiento de equipos ocasionales y el encendido ocasional rutinario de generadores de emergencia. La cantidad anual estimada de consumo de Diesel se calcula en 1000 galones.

3.5.4.3 Cierre

Para la fase de cierre no es posible determinar maquinaria y equipos o ya que dependerá de las condiciones que se presenten en caso de intervenir en esta fase.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO HIDROQUEST

4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL LÍNEA BASE

Preparado por:

Para:

MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA

ENERO 2024

CONTENIDO

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO 6

4.1.1. CRITERIOS METODOLÓGICOS 6

4.2. COMPONENTE FÍSICO 9

4.2.1. GEOLOGÍA 9

4.2.1.1 Geología y Tectónica regional. 10

4.2.1.2 Geología local y estratigrafía 11

4.2.1.3 Geología Estructural 16

4.2.1.4 Geomorfología y pendientes 17

4.2.1.4.1 Geomorfología fluvial del río Upano 22

4.2.1.5 Geología y Geotécnica de los sitios de implantación 24

4.2.1.5.1 Comportamiento geotécnico previsto 29

4.2.1.6 Geopedología 31

4.2.1.7 Riesgos geodinámicos 34

4.2.1.7.1 Riesgo de fenómenos de remoción en masa 34

4.2.1.7.2 Peligros sísmicos 35

4.2.1.7.3 Peligro volcánico 42

4.2.2 HIDROGEOLOGÍA 43

4.2.2.1 Unidades hidrogeológicas 43

4.2.2.2 Permeabilidad 46

4.2.3 HIDROLOGÍA 47

4.2.3.1 Características generales de la cuenca 47

4.2.3.2 Uso de la cuenca 49

4.2.3.3 Determinación de Caudales del río Upano en la zona del proyecto 51

4.2.3.4 Validación de las áreas de drenaje utilizando aforos en sitio 54

4.2.3.5 Obtención de caudales de la cuenca intermedia aportante 56

4.2.3.6 Caudales disponibles para HIDROQUEST 61

4.2.4 CALIDAD DE AGUA 63

4.2.5 RUIDO AMBIENTAL 76

4.2.5.1 Metodología 83

4.2.5.2 Resultados (ver informes completos en Anexo 3) 84

4.2.6 CLIMA 86
4.2.6.1 Estaciones de registro 88
4.2.6.2 Precipitaciones 90
4.2.6.3 Temperatura 94
4.2.6.4 Humedad 97
4.2.6.5 Viento 98
4.2.7 CALIDAD DE PAISAJE 98
4.2.7.1 Metodología de evaluación del paisaje 100
4.2.7.2 Resultado de evaluación del paisaje 101
4.2.6.3 Áreas concesionadas para la minería 106
4.3 COMPONENTE BIÓTICO 108
4.3.1 ECOSISTEMAS PRESENTES 109
4.3.2 FLORA 116
4.3.3 FAUNA 130
4.3.3.1 Mamíferos 130
4.3.3.2 Aves 142
4.3.3.3 Herpetofauna 159
4.3.3.4 Entomología 173
4.3.3.5 Ictiofauna 194
4.3.3.6 Macroinvertebrados Acuáticos 211
4.4. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL 232
4.4.1 EXTENSIÓN GEOGRÁFICA DE COBERTURA DEL PROYECTO 235
4.4.2 ADQUISICIÓN DE TIERRAS PARA EL PROYECTO 235
4.4.3 CÁLCULO POBLACIONAL PARROQUIAL 237
4.4.4 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 237
4.4.5 LÍDERES Y AUTORIDADES 239
4.4.6 PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO 240
4.4.6.1 Aspectos históricos 240
4.4.6.2 Turismo 240
4.4.6.3 Indicadores socioeconómicos 241
4.4.6.4 Demografía y población 243
4.4.7 CANTÓN MORONA 245

4.4.7.1 Aspectos históricos 245
4.4.7.2 Turismo 245
4.4.7.3 Indicadores socioeconómicos 246
4.4.7.4 Demografía 246
4.4.8 PARROQUIA ALSHI – 9 DE OCTUBRE 248
4.4.8.1 Aspectos históricos 248
4.4.8.2 Turismo 249
4.4.8.3 Demografía 249
4.4.8.4 Aspectos socioeconómicos 252
4.4.8.4.1 Integrantes familia 252
4.4.8.4.2 Identificación étnica 253
4.4.8.4.3 Actividad económica 254
4.4.8.4.4 Nivel de Instrucción 254
4.4.8.4.5 Vivienda 255
4.4.8.4.6 Agua 256
4.4.8.4.7 Energía eléctrica 256
4.4.8.4.8 Medios de Comunicación 257
4.4.8.4.9 Alcantarillado y aguas servidas 258
4.4.8.4.10 Recolección de basura 259
4.4.8.4.11 Salud 259
4.4.8.4.12 Religión 260
4.4.8.4.13 Conocimiento de un proyecto hidroeléctrico 260
4.4.8.4.14 Percepción sobre proyecto hidroeléctrico Hidroquest 261
4.4.8.5 Condiciones de vida 261
4.4.8.5.1 Alimentación y Nutrición 261
4.4.8.5.2 Salud 263
4.4.8.5.3 Educación 265
4.4.8.5.4 Vivienda 267
4.4.8.5.5 Vialidad 268
4.4.8.5.6 Infraestructura comunitaria 269
4.4.8.5.7 Organización social 273
4.4.9 CONCLUSIONES 274

4.4.10 ARQUEOLOGÍA 274

4.4.11 Datos etnohistóricos del área de influencia 276

4.4.12 Estudio arqueológico: análisis bibliográfico 277

4.4.13 Marco teórico referencial 280

4.4.14 Metodología 281

4.4.15 Área de intervención 284

4.4.15.1 Línea de Conducción 285

4.4.15.2 Casa de Máquinas 316

4.4.15.3 Línea de transmisión y vía 317

4.4.16 Conclusiones y recomendaciones 317

4.4.17 Plan de acción 320

4.6. BIBLIOGRAFÍA 322

4.7 ANEXOS 328

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1.1. CRITERIOS METODOLÓGICOS

Para el levantamiento de la información socio-ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, del Proyecto Hidroeléctrico HIROQUEST, se ha considerado las características del área de implantación de las obras de captación, interconexión, conducción, casa de máquinas y línea de transmisión, vía de acceso.

Para el desarrollo del levantamiento de la línea base se ejecutaron las siguientes actividades:

- Recopilación y análisis de información, especialmente lo concerniente al diseño del proyecto, la información técnica de los estudios geológicos, geotécnicos e hidráulicos existentes.

- Elaboración de la Línea Base física y biológica, con el fin de determinar las condiciones actuales de los aspectos ambientales del área de implantación del proyecto.

- Elaboración de línea base socioeconómica de la población del área de influencia, considerando las poblaciones involucradas en el proyecto.

- Revisión de estudio arqueológico realizado.

- Las coordenadas presentadas en el documento de línea base se encuentran en el sistema de coordenadas WGS-84.

Componente físico

Para la identificación de las características geológicas, geomorfológicas y de los fenómenos naturales que ocurren en el área de estudios (captación, interconexión, conducción, Casa de Máquinas, Línea de Transmisión y vía de acceso) se partió de la recopilación y análisis de la información existente. El desarrollo del trabajo consistió en la revisión de la información básica: climatológica, hidrométrica e hidrológica disponible, y el análisis de los informes técnicos.

En base a esta información se realizó el reconocimiento de las características geológicas, geomorfológicas e hidrológicas del área de influencia del proyecto. Para el propósito de la evaluación del área se revisó la siguiente información:

- EIA's relevantes a la zona de estudio.
- Mapas Morfoedafológico, Uso de Suelos de Morona Santiago
- Hojas Geológicas
- Mapa Geológico de la Cordillera Real, escala 1:500.000 CODIGEM-BGS, 1996
- Boletín Explicativo del Mapa Geológico del Ecuador, 1982, J.W Baldock
- Informes de estudios del proyecto

Para la caracterización de la calidad de agua se ha tomado en cuenta los siguientes puntos de muestreo:

- Punto de interconexión aguas arriba y abajo de la Casa de Máquinas de Hidronormandía (junio 2021).

- Punto de muestreo en el curso del río Upano cercano a la línea de conducción, a la altura de la población de 9 de Octubre.

- Dos puntos de muestreo aguas arriba y abajo del sitio donde se ubicaría la Casa de Máquinas del proyecto HIDROQUEST.

Para la colección de las muestras se procedió en conformidad con los protocolos sugeridos por la EPA, y especificadas en el respectivo protocolo de muestreo del laboratorio HAVOC, acreditado por el SAE, responsable del muestreo y análisis de laboratorio.

Para la caracterización de calidad de agua se utilizó el índice de calidad de agua (ICA), que es un valor numérico que representa un estimado de la calidad del agua superficial en un punto determinado de un cuerpo de agua. El valor obtenido depende de los parámetros más representativos, que para el presente caso basa el análisis en la propuesta realizada por Brown y publicada por la Fundación Nacional de Saneamiento de USA en 1970.

Se realiza una evaluación de cada punto de muestreo en la que se verifica el cumplimiento o no de cada parámetro analizado de acuerdo con los siguientes criterios, en concordancia con el libro VI del TULAS, Anexo1.- "Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua", del Acuerdo Ministerial 097-A, tomando en cuenta los parámetros establecidos en las siguientes Tablas:

- Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico
- Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuario.
- Tabla 3: Criterios de calidad de agua para riego Agrícola.
- Tabla 5: Criterios de calidad de agua para uso Pecuario.
- Tabla 6: Criterios de calidad de agua para fines recreativos.

Para el análisis de los parámetros meteorológicos y climatológicos se recopiló la información de fuentes oficiales de la estación meteorológica más próxima al área de estudio y recolectados durante un lapso de tiempo disponible. Se utiliza información existente para el área de influencia tomando en cuenta reportes previos. El análisis se realiza en función de datos oficiales de la estación M1040 Macas San Isidro - PNS y la estación M0501 Méndez INHAMI, entre los años 2009 a 2013 disponibles para la zona de estudio. Con respecto a Heliofanía esta variable no está disponible en la información oficial por lo cual no se incluye en el análisis realizado. La heliofanía representa la cantidad del brillo del Sol por lo cual es una variable no determinante para el análisis del proyecto.

Finalmente se integró la información con el propósito principal de estructurar el informe final que permita tener una visión de las características físicas del área del proyecto.

Componente biótico

La línea base biótica para el proyecto Hidroeléctrico Hidroquest, incluye los siguientes grupos: flora, mastofauna, avifauna, herpetofauna ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos, en diferentes estaciones de muestreo, dado las características ecológicas de cada grupo estudiado.

La caracterización de flora y fauna del presente estudio, se realizó mediante la metodología de evaluaciones ecológicas rápidas EER (Sayre et al, 2002), el manual de métodos para inventarios de vertebrados terrestres (Suarez y Mena, 1994) y la publicación métodos de caracterización de comunidades bióticas del Instituto Alexander von Humbolt (Villareal et al. 2004) y la combinación con otras metodologías adaptadas a la fauna ecuatoriana, lo cual permite conocer el análisis de la diversidad, composición faunística de los sitios de muestreo cualitativo y cuantitativo que se encuentren dentro del área del proyecto.

La metodología que se describe en el presente informe se aplicó en cada estación de muestreo, establecida para los diferentes grupos bióticos.

Componente socioeconómico y cultural

La metodología aplicada en la caracterización socio-económica se basa en procedimientos rápidos de investigación, los mismos que se diseñan con la recopilación de información bibliográfica, trabajo de campo y finalmente, análisis de la información.

En la revisión bibliográfica se analizó estudios antropológicos, sociológicos e históricos realizados en la zona, a la vez que se recogieron e interpretaron indicadores económico- sociales y demográficos de la localidad.

Se tomó en cuenta fuentes que recogen información estadística e indicadores socio-económicos y demográficos de la zona. Para la utilización de estas fuentes estadísticas se tomó como unidad territorial referencial principalmente a la parroquia Alshi-9 de Octubre.

Se tomó como referencia para el estudio, las siguientes variables: composición del hogar (sexo y edad), niveles de instrucción, principal actividad actual, condiciones de vivienda y servicios básicos, actividades productivas.
Cabe mencionar que el cálculo de indicadores en base a la información directa del INEC 2010.

En el trabajo de campo se aplicó la técnica Diagnóstico Participativo Rápido (DPR) que se fundamentó en algunas metodologías cualitativas, como conversaciones o entrevistas con autoridades parroquiales, propietarios de las fincas vecinas al

proyecto, los temas tratados fueron: demografía, uso de suelo y recursos naturales, vivienda, percepciones entre otros; complementado con observaciones participativas en base a un esquema semi estructurado de investigación de campo.

Con respecto al estudio arqueológico se utilizó la información del estudio realizado en el año 2015 para la empresa HIDRONORMANDIA conforme pronunciamiento del INPC emitido con Oficio Nro. INPC-DAAPPS-2022-0099-O de 6 de abril de 2022 (Ver Anexo 4), Al respecto, el departamento de Arqueología del INPC DTZ 6 indica lo siguiente:

- Que, tras verificar las coordenadas y shapes remitidos por la Arqueóloga María Moreira, las áreas de intervención son coincidentes con el estudio acogido el 15 de enero de 2016 con oficio Nro. INPC-DR6-2016-0034-O, por la Dirección Regional 6 del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.

- Que, el INPC DTZ 6 no puede efectuar el cambio de nombre de proyectos ejecutados en años anteriores, debido a efectos del registro y archivo en el área documental, y se sugiere que la compañía Hidroquest pueda continuar con los trámites pertinentes en las demás instancias.

4.2. COMPONENTE FÍSICO

4.2.1. GEOLOGÍA

El proyecto hidroeléctrico Hidroquest se ubica entre las cotas 1550.90msm que corresponde a la captación de las aguas turbinadas del Normandía y 1391.55msm en el sitio para la Casa de Máquinas, para luego descargar las aguas turbinadas directamente en el río Upano.

El estudio Geológico – Geotécnico, es una guía de los resultados obtenidos durante los trabajos de campo y gabinete efectuados en los meses de Julio – Agosto de 2012 y de la incorporación de la información obtenida mediante una prospección geo eléctrica (Sondeos Eléctricos Verticales o SEV) realizada por terceros en el sector del km 8+300 a 8+500 aproximadamente, en el mes de diciembre del año 2022. También tiene en cuenta el proyecto de diseño hidráulico del mismo.

El diseño hidráulico del proyecto comprende el desarrollo por la margen Sur (Derecha) del río Upano.

A continuación, se presenta un resumen detallado de los estudios geológicos, geomorfológicos y geotécnicos del proyecto. Adicionalmente, toda la información de estos estudios se adjunta en los Anexos del Componente físico del presente estudio.

4.2.1.1 Geología y Tectónica regional.

El Proyecto se encuentra en la zona oriental de la cordillera Real, inmersa entre la cordillera Real y el área plegada Subandina.

El conjunto metamórfico de la cordillera Real se caracteriza por un gran número de direcciones de fallas de amplitudes variables. La estructura general se presenta como un anticlinal de plano axial recortado por fallas recientes. Se observa también un gran número de fallas de desplazamiento horizontal de poca amplitud.

La cordillera Real está compuesta por rocas metamórficas y ha sido dividida en Terrenos Litotectónicos (Aspen y Litherland, 1994). Estos terrenos están sostenidos en homogeneidades internas y continuidad estratigráfica, y colindantes unos con otros por medio de fallas regionales de dirección Noreste (NE). Estos terrenos corresponden a los llamados: Guamote, Alao, Loja, Salado y Zamora. Los terrenos Guamote y Zamora no involucran el área del proyecto.

• Terreno Alao, es un cinturón de ~ 35km de ancho formado por el metamorfismo de rocas volcánicas y sedimentos asociados. Hacia el Oriente está en contacto con el terreno Loja por medio de la falla Baños;

• Terreno Loja, con un ancho de ~ 30km, se lo considera el núcleo de la cordillera Real. Proviene de rocas sedimentarias semipelíticas depositadas en cuencas sedimentarias paleozoicas, metamorfizadas en el Triásico tardío (Egüez & Aspen, 1993). Hacia el Oriente, el contacto con el Terreno Salado es tectónico por medio de la falla regional Llanganates (Litherland et al, 1994);

• Terreno Salado, con un ancho aproximado de 25km, es el basamento metamórfico oriental de la cordillera Real. Más hacia el Oriente, en el frente Subandino, está en contacto con los sedimentos cretácicos y terciarios continentales, por medio de un sistema de fallas de cabalgamiento de componente dextral. El terreno Salado representa el arco volcánico jurásico y a la cuenca tras arco, que fueron deformados y metamorfizados el momento del choque del terreno Alao. El terreno Salado está
constituido por rocas meta volcánicas, meta sedimentos e intrusivos metamorfizados. Está conformado por las unidades Upano, Cuyuja y Cerro Hermoso.

Hacia el Este de la zona del proyecto hidroeléctrico, y separada por el río Upano que corre en dirección Oeste – Este y luego se desarrolla en dirección Norte – Sur, se levanta la cordillera del Cutucú (dirección SW-NE), que alcanza más de 2.000msnm. Se extiende desde el río Pastaza (al Norte) hasta el río Santiago (al Sur). Se halla bastante plegada y fallada, donde afloran las antiguas formaciones Jurásicas (Santiago) y del Paleozoico (cerro Macuma).

La red de drenaje observada en las fotografías aéreas se presenta en su mayoría de forma dendrítica, que orientan el criterio de orientación de las estructuras geológicas.

El Estudio Geológico-Geotécnico a detalle se presenta en el Anexo 3 del presente estudio.

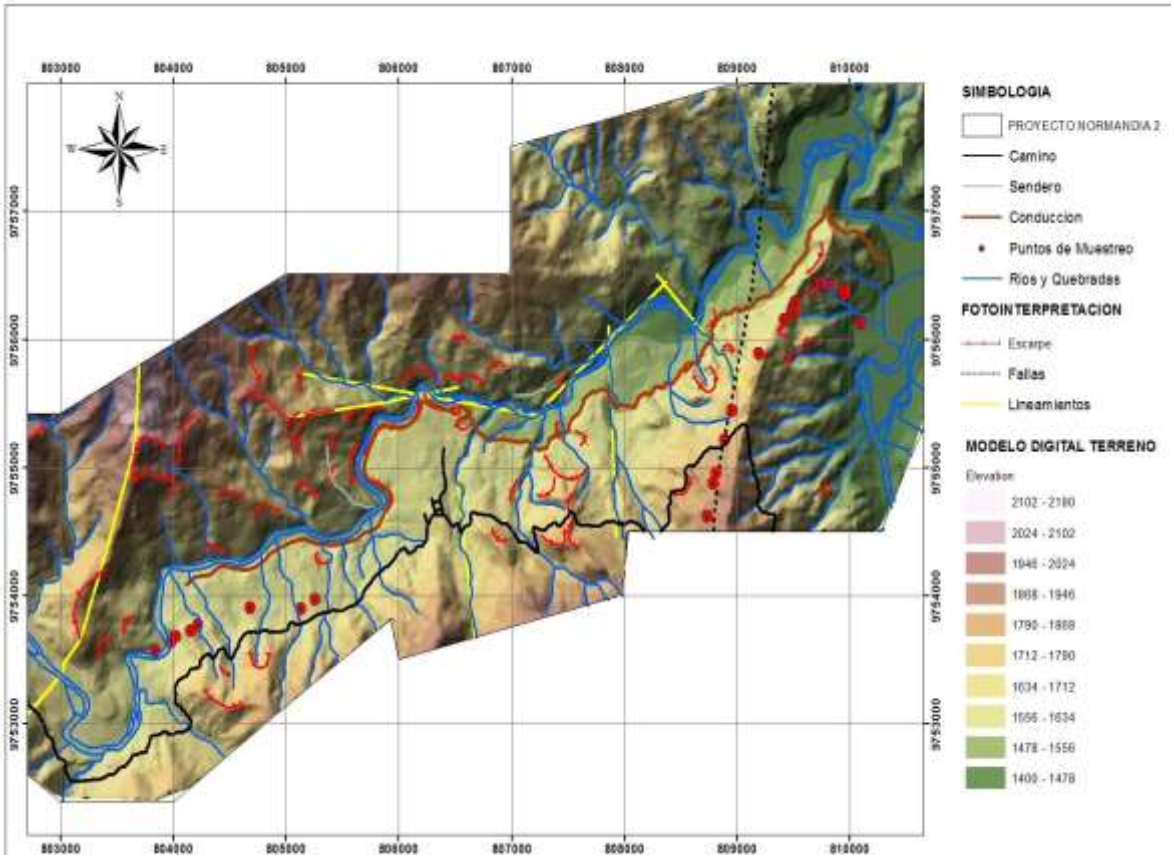


Figura 4. 1: Fotogeología del área del proyecto. La línea continua en color negro corresponde a la carretera Macas – Guamote. La línea continua en color rojo corresponde a la alineación del proyecto hidroeléctrico Hidroquest.
Fuente y Elaboración: Informe de Geología y Geotécnica Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest
Elaboración: MGA Engineers S.A

4.2.1.2 Geología local y estratigrafía

La estratigrafía del sector del proyecto hidroeléctrico Hidroquest está constituida por las siguientes unidades estratigráficas, mismas que se identifican en la siguiente figura.

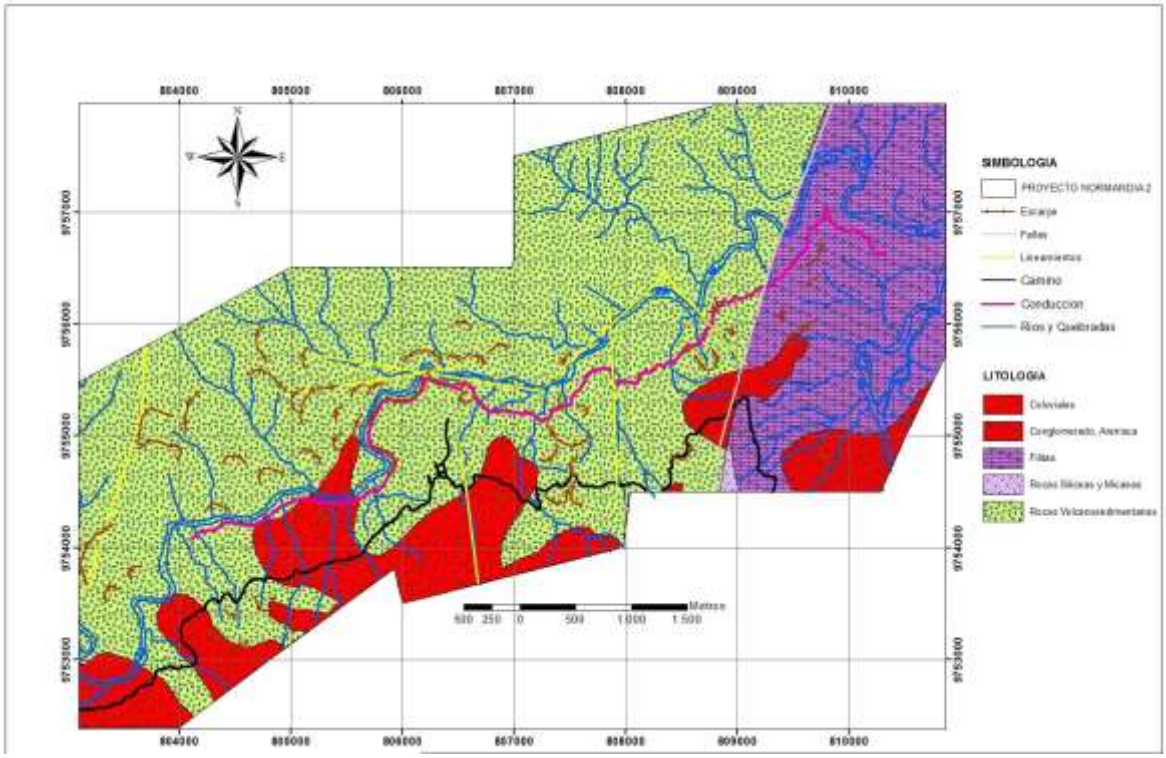


Figura 4. 2: Geología de la zona del proyecto
Fuente y Elaboración: Informe de Geología y Geotécnica Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest
Elaboración: MGA Engineers S.A

Unidad Upano (J_{Su}). - La unidad Upano forma parte del Terreno Salado y constituye básicamente un cinturón de 15km de ancho a lo largo de la pendiente Este de la cordillera Real (Litherland et al., 1994). Esta unidad incluye andesitas de color verde, y meta-sedimentarias asociadas (metas volcánicas, meta sedimentos e intrusivos metamorfizados). Cochrane et al., (2014) da una edad de U-Pb en zircones de una andesita de Upano de 121.0 ± 0.8 Ma (Jurásico).

La Unidad Upano hacia la parte oriental está conformada también por filitas negras grafitosas, meta-grauvacas, y pizarras negras moscovíticas altamente meteorizadas, que cubren la parte alta del relieve subandino, y subyacen sobre bloques de esquistos negros y cafés.

En la zona del proyecto hidroeléctrico Hidroquest, la unidad Upano se presenta con
diferentes litologías: en la parte superior y media del proyecto se presentan cuarcitas bandeadas, esquistos negros y meta grawuacas. Hacia la parte inferior (final) del proyecto se observa rocas meta volcano sedimentarias poco alteradas.

Figura 4. 3: a) Cuarcitas, b) cuarcitas y esquistos verdes, c) metavolcánicos (sector 9 de octubre), d) cuarcitas y esquistos verdes
Fuente: Informe de Geología y Geotécnica Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest
Elaboración: MGA Engineers S.A

Depósitos Coluviales (Q_C). - Conforman principalmente los taludes y laderas del sector. Están constituidos por bloques, fragmentos angulosos y subangulares de rocas de la unidad Upano, soportados en matriz areno limosa a limo arcillosa. Se encuentran entre consolidados a parcialmente consolidados, lo que significa que, en condiciones saturadas, pueden ser vulnerables a movimientos de masa.

Suelos Residuales (Q_{SR}). - Están formados por la meteorización y alteración de las rocas de la unidad Upano y de posibles depósitos coluviales. Se estima conforman una parte del suelo de superficie a lo largo del trazado de la conducción. Son suelos del tipo limo arcilloso, arcillo limoso y limo arenoso, de color café amarillento en ocasiones presencia de clastos. Reflejan una matriz de material fino.

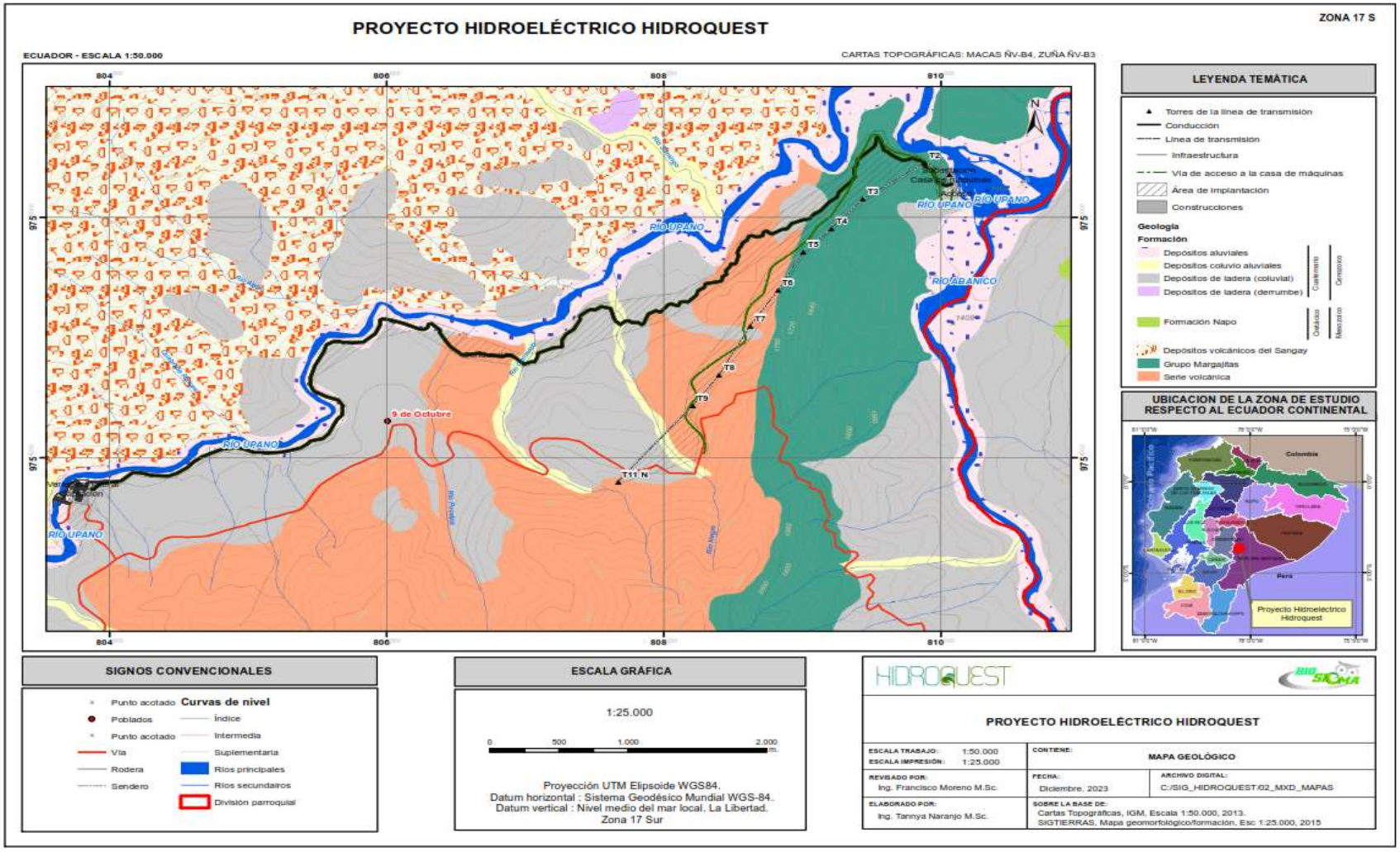
Depósitos Aluviales (Q_{al}). - Se encuentran en los cauces de los drenajes principales y corresponden a depósitos de bloques, cantos, gravas, arenas y limos provenientes de los materiales preexistentes en las laderas de los ríos y quebradas que drenan la zona.

Serie volcánica: Son rocas volcanosedimentarias y lavas, que se encuentran formando relieves escarpados con cobertura piroclástica sobre las rocas metamórficas de la Unidad Upano.

Figura 4. 4: Depósitos aluviales en el curso medio del Río Upano; nótese los cantos rodados en la base y arenas y limos hacia las partes expuestas.

Figura 4. 5: Tipo de clastos en el río Upano

Figura 4. 6: Depósitos aluviales en la confluencia de los Ríos Upano y Abanico, nótese la disposición de material sedimentario en los dos cursos de agua.



Mapa 4. 1: Mapa Geológico
Fuente: SIGTIERRAS
Elaboración: Equipo consultor

4.2.1.3 Geología Estructural

Se evidencia de la presencia de estructuras geológicas de primer orden, tipo fallas y pliegues.

En cuanto a la presencia de estructuras en la zona del proyecto, se han observado lineamientos de dirección Norte – Sur y Este – Oeste, mismos que controlan la dirección del río. Igualmente se han observado varios lineamientos dirección Noreste, que son coincidentes con las estructuras regionales.

En la zona de la población 9 de Octubre, se verificó la presencia de lineamientos de dirección Noreste que ha controlado la dirección del río Upano, sin haber encontrado evidencias en campo de actividad reciente, por lo que se supone se trata de una estructura antigua.

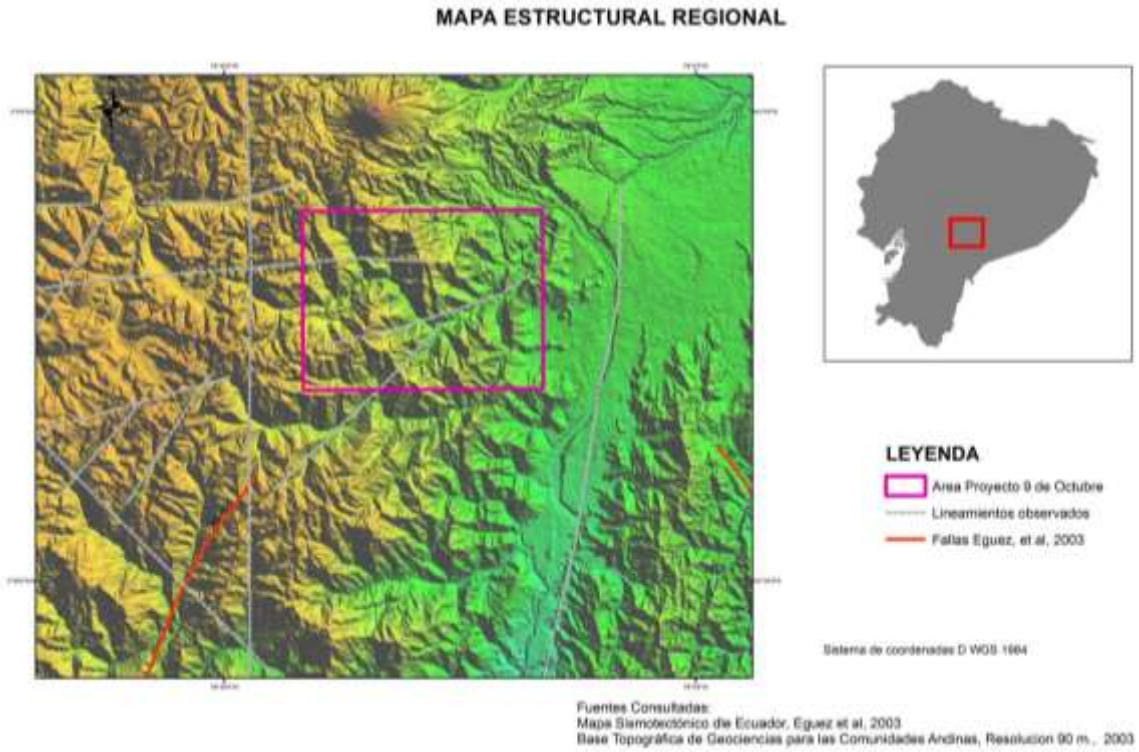


Figura 4. 7: Geología estructural regional
Fuente y Elaboración: Informe de Geología y Geotécnica Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest
Elaboración: MGA Engineers S.A

La ampliación del Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarias de Ecuador y Regiones Oceánicas Adyacentes, de Egüez et al. (2003), para 50 km a la redonda del proyecto Hidroquest (Figura 4.8) indica que el éste no se encuentra directamente influenciado por fallas "capaces" de generar sismos.

En el círculo de influencia se aprecia que el fragmento norte de las fallas EC-75 Santiago-Upano, y EC-78 Patate son los más cercanos al área del proyecto. La falla EC-75 tiene un sentido de movimiento Inverso, y la edad de su último movimiento es de <15ka; la tasa de su desplazamiento es desconocida pero probablemente inferior a 1mm/año. Po otro lado, el sentido del movimiento de la

falla EC-78 es desconocido, la tasa de su desplazamiento es <1mm/año, y la edad de su último movimiento es <1.6Ma.

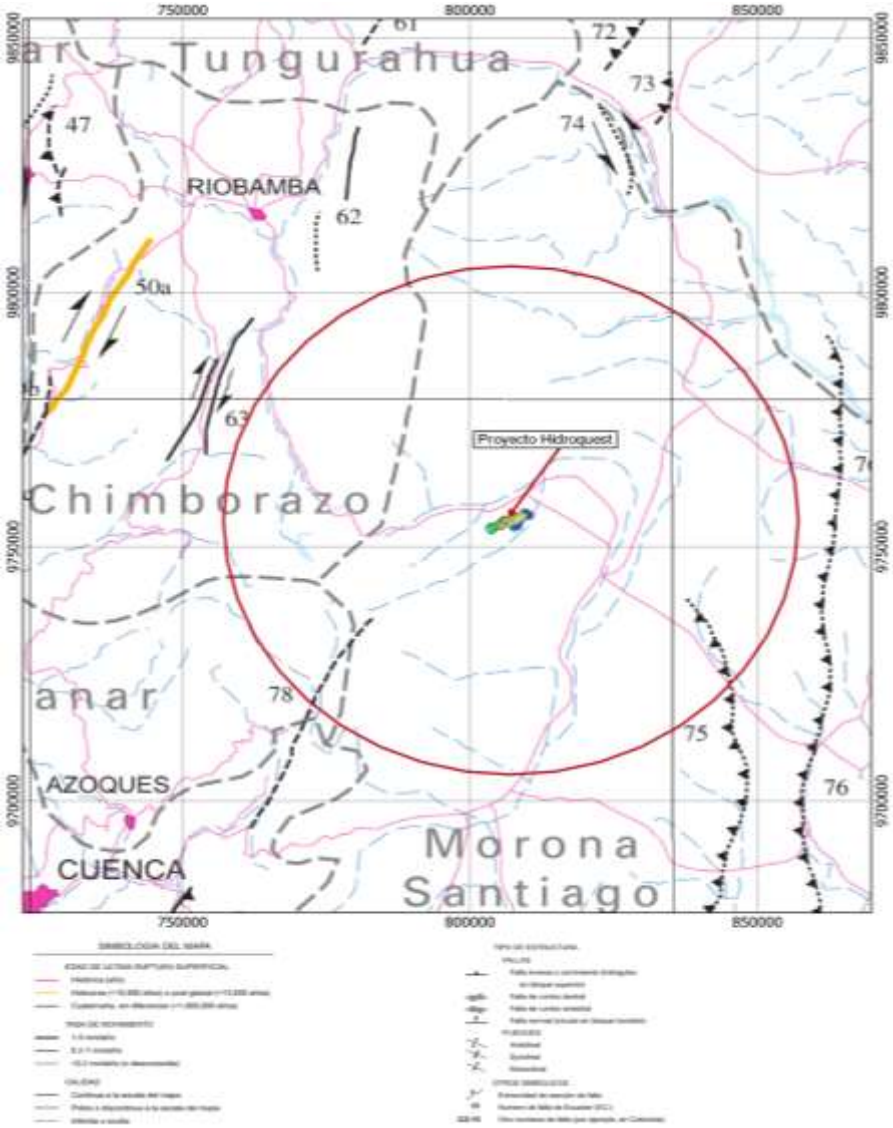


Figura 4. 8: Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarias de Ecuador y Regiones Oceánicas Adyacentes (Egüez et al., 2003), modificado para el área del proyecto Hidroquest

4.2.1.4 Geomorfología y pendientes

La zona de estudio está marcada por los drenajes menores del Río Upano, que pertenece a la cuenca del río Upano – Paute (Sistema Hídrico Santiago), que se presentan de forma dendrítica. En general corresponden a zonas de vertientes irregulares y externas, derivadas de la presencia de la cordillera Real y el cuerpo volcánico Sangay.

El relieve característico del sector de desarrollo del proyecto es del tipo montañoso, presenta desniveles y pendientes de laderas entre fuertes y moderados, en donde es posible encontrar vegetación extremadamente densa,

con árboles que superan 8m de altura. Los procesos morfodinámicos dominantes de la cuenca del río Upano son del tipo denudativo fluvial.

En general el valle fluvial es amplio, tiene secciones en "V" asimétricas. Las laderas están cubiertas por coluviones y suelos residuales. Se denota la existencia de una denudación de las laderas del valle en la zona de influencia del proyecto, convertidas en terrenos para pastoreo y cultivo, extendiendo la frontera agropecuaria del sector.

Se identifica que la mayoría de las laderas presentes en la zona de estudio (margen derecha del río Upano), tienen pendientes menores o hasta del 15% en las áreas de captación y los primeros tramos de la conducción, lo cual denota un menor riesgo de movimientos de laderas. A partir del kilómetro 8+100, las laderas naturales tienen pendientes que están entre 20 y 50%, con morfología correspondiente a montañoso moderado a moderado abrupto, lo que identifica posibles riesgos de movimientos de ladera. Se estima corresponden a suelos residuales que sobreyacen a la roca fresca. También se identifica la presencia de coluviones.

Las laderas de la margen Norte (Izquierda) del río Upano presenta pendientes superiores al 15% y alcanza 50%, lo que identifica posibles riesgos de movimientos de laderas. Se infiere que la morfología es del tipo montañoso moderado a montañoso abrupto. Se estima que corresponden a rocas frescas y / o a escarpes de deslizamientos (coluviones), con poca presencia de suelos residuales. Las pendientes de las laderas tienen una estabilidad entre estable y semi estable.

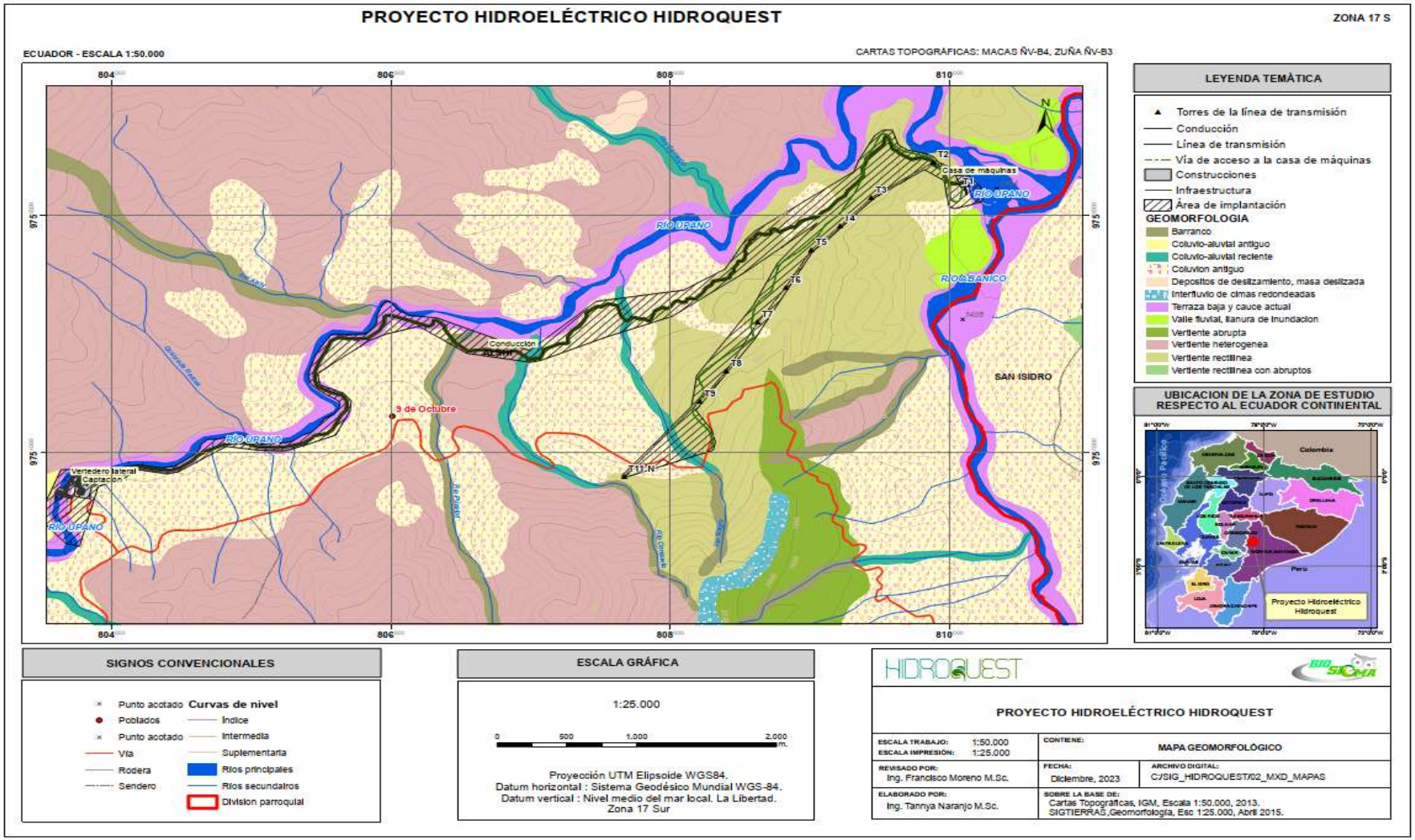
Las mayores pendientes (entre 40%-50%) están presentes en los sitios donde las laderas naturales están conformadas por rocas frescas y / o escarpes de deslizamientos.

Se identifica zonas de penillanura (entre el 7% y 15%), que correspondería a valles fluviales y depósitos aluviales, que han sido formadas por drenajes menores y el río Upano. En la zona inferior de las laderas se identifica aluviales antiguos entremezclados con coluviales, que conforman terrazas producto de la sedimentación normal en los ríos del entorno.

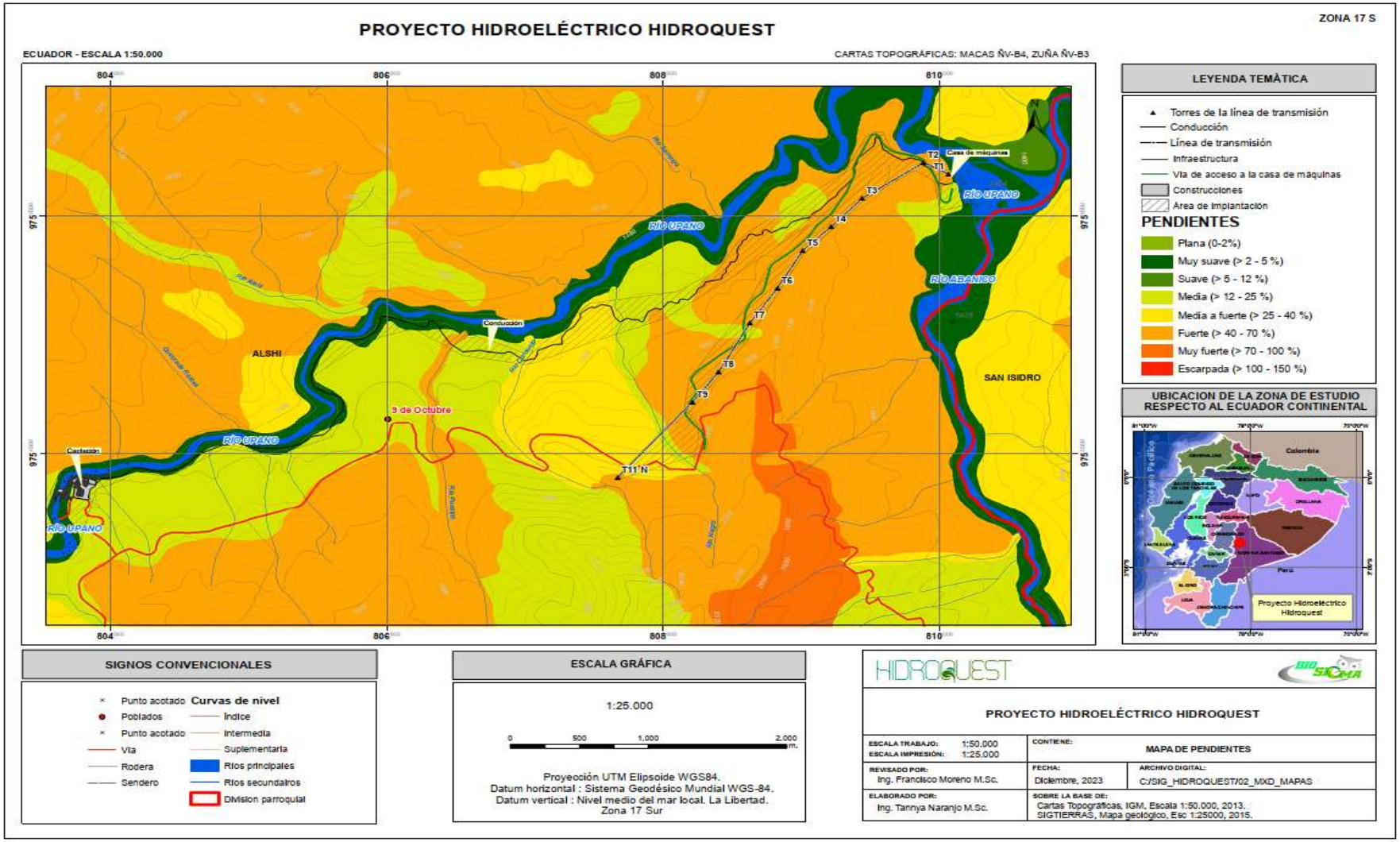
La implantación del proyecto en la margen Sur (Derecha) es conveniente para la construcción del proyecto y sugiere continuar los estudios más avanzados. Se identificaron algunos escarpes de deslizamientos antiguos que durante la visita de inspección de campo no se identificó signos de movimientos por lo que se deduce están estabilizados.

Figura 4. 9: Vistas del lecho del Río Upano – curso fluvial actual
Fuente: Informe de Geología y Geotécnica Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest
Elaboración: MGA Engineers S.A

A continuación, se presenta el mapa geomorfológico de la zona del proyecto:



Mapa 4. 2: Mapa Geomorfológico
Fuente: SIGTIERRAS
Elaboración: Equipo consultor



Mapa 4. 3: Mapa de pendientes
Fuente: SIGTIERRAS
Elaboración: Equipo consultor

4.2.1.4.1 Geomorfología fluvial del río Upano

El río Upano nace del volcán Sangay que atraviesa de Norte a Sur y luego al Este forma el río Santiago con la unión del río Zamora. Para el análisis de las características morfométricas de la subcuenca del río Upano, Shagui et al. (2021) considera los parámetros: área, perímetro, longitud axial, longitud del cauce principal, longitud total de drenaje, ancho promedio, factor forma, coeficiente de compacidad de Gravelius, y densidad de drenaje, con el aporte de los Sistemas de Información Geográfica, con lo que se ha determinado los siguientes resultados:

Parámetro morfométrico	Resultado	Unidades
Área	6075.54	km^2
Perímetro	376.61	km
Longitud axial	87.43	km
Longitud del cauce principal	266.73	km
Longitud total de drenaje	629.64	km
Ancho promedio	69.49	km
Factor forma	0.79	–
Coeficiente de compacidad de Gravelius	1.35	–
Densidad de drenaje	0.10	km^{-1}

Tabla 4. 1: parámetros morfométricos de la subcuenca del Upano
Fuente: Shagui et al. (2021)

El factor forma es un parámetro adimensional del que se obtuvo un valor de 0.79, por lo tanto, la subcuenca del río Upano presenta una forma ensanchada (Tabla 4.1), en donde se enfatiza la forma de una subcuenca en relación a Horton.

Rango de valores	Forma de la subcuenca
<0.22	Muy alargada
0.22–0.30	Alargada
0.3–0.37	Ligeramente alargada
0.37–0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45–0.60	Ligeramente ensanchada
0.60–0.80	Ensanchada
0.80–1.12	Muy ensanchada
>1.20	Completamente redonda

Tabla 4. 2: Relación forma Horton
Fuente: Shagui et al. (2021)

El coeficiente de compacidad está relacionado con el tiempo de concentración, teniendo como resultado 1.35 lo cual nos representa que el río Upano presenta una forma de oval redonda a oval oblonga (Tabla 4.3).

Rango de K_C	Forma
1–1.25	Redonda a oval redonda
1.25–1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50–1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Tabla 4. 3: Índice de Gravelius para la evaluación de la forma
Fuente: Shagui et al. (2021)

A partir del coeficiente de compacidad podemos realizar una evaluación de una interpretación ambiental (Tabla 4.4), con un valor de 1.35, al tener un bajo valor de densidad de drenaje tiende a acumular agua en la superficie de la subcuenca, por lo que se determina que el río Upano es de mediana tendencia a inundaciones.

K_c	Interpretación Ambiental
1–1.25	Alta tendencia a inundaciones
1.25–1.50	Mediana tendencia a inundaciones
1.50–1.70	Baja tendencia a inundaciones
>1.70	Cuencas propensas a la conservación

Tabla 4. 4: Índice de Gravelius para la evaluación de una interpretación ambiental
Fuente: Shagui et al. (2021)

Para la densidad de drenaje que es un parámetro físico que refleja la dinámica de la cuenca y el tipo de escorrentía superficial se obtuve como resultado un valor de 0.10 km−1 que indica una categoría baja de escorrentía (Tabla 4.5).

Densidad de drenaje (km/km^2)	Categoría
<1	Bajo
1 a 2	Moderada
2 a 3	Alta
>3	Muy alta

Tabla 4. 5: Densidad de drenaje
Fuente: Shagui et al. (2021)

El río Upano presenta una configuración variable a lo largo de su cauce, por lo que se definen zonas que posean una tendencia determinada o un comportamiento homogéneo para su clasificación. Así es como el río Upano queda dividido en tres zonas (Figura 4.9) para un análisis a más detalle.

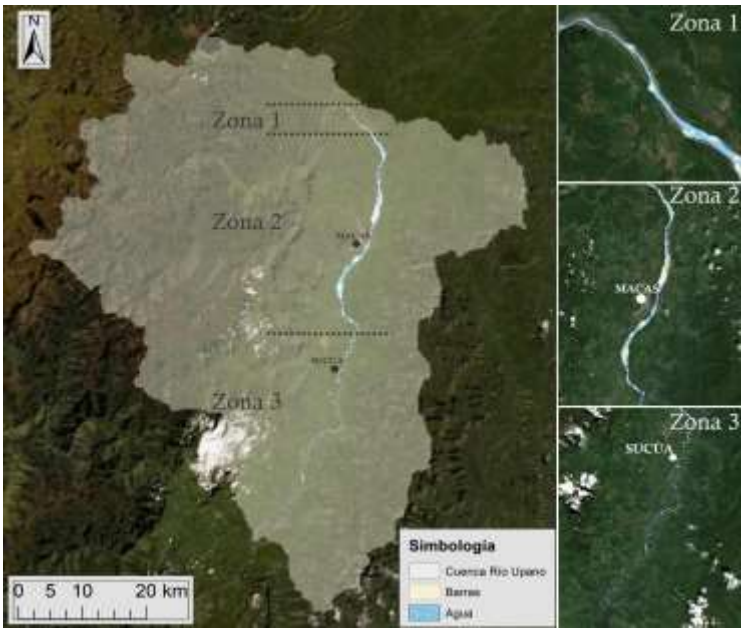


Figura 4. 10: Zonas definidas para la clasificación del río Upano

Fuente: (Brito & Piedra, 2021)

La Zona 1 está comprendida desde los 0 – 8 km, partiendo que el inicio es la intersección con el río Volcán, presentándose un río de canal único. Según la clasificación de Rosgen (1994), corresponde a un río de baja sinuosidad, debido a que la pendiente longitudinal del cauce en esta zona es de 2,16% y la sección transversal corresponde a la forma de valle semiencajado.

La Zona 2 está comprendida desde los 8 – 44 km, con número significativo de barras y multicanales. Según la clasificación de Rosgen (1994), corresponde a un río trenzado multicanal. Desde los 8 a los 15 km la pendiente longitudinal del cauce es de 1,85%, y la sección transversal corresponde a la forma de valle semiencajado. Entre los 15 y 26 km la pendiente longitudinal del cauce es de 1,64%, presentando una configuración de sección transversal de valle semiencajado a poco encajado. Mientras que, entre los 26 y 44 km la pendiente longitudinal del cauce es de 1,27%, presentando una configuración de sección transversal de valle encajado.

En comparación con la Zona 1, la Zona 2 presenta barras debido a la disminución de pendiente en un 0,89% (acercándose a la llanura de inundación), que genera que, la acumulación de sedimentos sea mayor ocasionando la aparición de nuevos canales.

La Zona 3 comprende desde los 44 km hasta su desembocadura en el río Namangotza. Siendo evidente la presencia de un solo canal, posiblemente a un comportamiento más estable del río en esta zona. Según la clasificación de Rosgen (1994) el río es de tipo meándrico con sinuosidad baja a media.

4.2.1.5 Geología y Geotécnica de los sitios de implantación

De acuerdo con lo analizado, se presenta las características geológicas y geotécnicas de las principales estructuras del proyecto hidroeléctrico Hidroquest.

Cabe señalar que todo el proyecto se construirá en la margen sur o derecha del río Upano y comprende las estructuras de captación, conducción, chimenea de equilibrio, tubería de presión y casa de máquinas.

Captación y obras anexas

La captación se localiza aguas abajo de la Casa de Máquinas del proyecto Hidronormandía, para captar sus aguas turbinadas. Ésta se ubica sobre depósitos aluviales, coluviales y residuales que descansan sobre los meta volcano sedimentos. Se estima que las características mecánicas de las rocas que forman la unidad Upano tienen una resistencia adecuada para la cimentación de las obras. La captación mantiene condiciones morfológicas y litológicas que no presentará problemas de inestabilidad.

Figura 4. 11: Sitio de captación
Fuente y Elaboración: Informe de Geología y Geotécnica Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest
Elaboración: MGA Engineers S.A

Conducción

La conducción se inicia aguas arriba de la población 9 de Octubre y aguas abajo de la Casa de Máquinas del proyecto Hidronormandía, en el lugar donde se ubica la
captación de la descarga de las aguas turbinadas del proyecto Hidronormandía. Para la descripción técnica de la conducción, esta se ha dividido en tres tramos: Alto, Medio e Inferior.

- **Tramo Alto (0+000 – 3+800):** se localiza desde la captación/interconexión hasta la altura de la población 9 de Octubre. Está caracterizado por la presencia de materiales coluviales y residuales formados por bloques, fragmentos angulosos y subangulares de la Unidad Upano, los mismos que son soportados por matriz areno limosa. Se encuentran parcialmente consolidados, y presentan una vulnerabilidad media ante movimientos de masa en condiciones saturadas. El suelo limo arcilloso a arenoso de color café amarillento a marrón sobreyacen al depósito coluvial.

  La morfología de la margen derecha se presenta con pendientes suaves y formas subredondeadas, formadas por movimientos de terrenos antiguos. Se han identificado 9 drenajes con depósitos aluviales de origen metamórfico, donde el tamaño de los clastos varía desde centimétrico hasta métrico. Este tramo de la conducción atravesará terrenos con pendientes transversales del orden del 15 al 30%, que se estima no están afectadas por fenómenos de inestabilidad

Figura 4. 12: Características de terrenos para conducción en tramo alto. Cruce de la conducción por quebradas
Fuente y Elaboración: Informe de Geología y Geotécnica Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest
Elaboración: MGA Engineers S.A

- **Tramo medio (3+800 – 5+700):** se localiza desde la altura de la población 9 de Octubre hasta la altura del denominado "Mirador del Sangay". Está caracterizado por la presencia de materiales coluviales y residuales formados por bloques, fragmentos angulosos y subangulares de la Unidad Upano, los mismos que son soportados por matriz areno limosa. Se encuentran parcialmente consolidados, y presentan una vulnerabilidad media ante movimientos de masa en condiciones saturadas. El suelo limo arcilloso a arenoso de color café amarillento a marrón sobreyace al depósito coluvial.

  Se identifica pendientes suaves entre el 15%, y localmente son pendientes del orden del 30%. Se han identificado zonas de deslizamientos menores.

Figura 4. 13: Características de terrenos para conducción en tramo medio
Fuente y Elaboración: Informe de Geología y Geotécnica Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest
Elaboración: MGA Engineers S.A

- **Tramo inferior (5+700 – 8+050):** se localiza desde la altura del denominado "Mirador del Sangay" hasta el inicio de la tubería de presión, a la altura de una cuchilla que desciende hacia el río Upano. Está caracterizado por la presencia de esquistos micáceos de color gris, filitas de color negro que subyacen a un suelo residual de color marrón claro a marrón oscuro, caracterizado por limo arcilloso / limo arenoso, y también por un coluvial.

  En esta zona se presentan pendientes fuertes hasta llegar a una cuchilla delgada, esto se debe considerar para la instalación de la tubería de conducción.

Figura 4. 14: Suelo Residual en la conducción de la zona inferior del trazado
Fuente y Elaboración: Informe de Geología y Geotécnica Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest
Elaboración: MGA Engineers S.A

Figura 4. 15: Características de terrenos para conducción en tramo inferior
Fuente y Elaboración: Informe de Geología y Geotécnica Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest
Elaboración: MGA Engineers S.A

Chimenea de equilibrio y tubería de presión

La zona correspondiente a la chimenea de equilibrio, la cual se proyecta en la abscisa 8+730 y a la tubería de presión, se caracteriza por la presencia de esquistos micáceos de color gris, filitas de color negro, al igual que el tramo anterior. En superficie se identifica un suelo residual de color marrón claro a marrón oscuro, caracterizado por limo arcilloso / limo arenoso. Estas características prevalecen hasta antes de la casa de máquinas.

La zona involucrada, está caracterizada por presentar pendientes moderadas y altas, pero con una relativa estabilidad ya que no se identifica deslizamientos actuales.

Casa de máquinas

La casa de máquinas proyectada se localiza en una zona de terrazas aluviales de los ríos Upano y Abanico. La terraza aluvial se presenta amplia con depósitos de clastos soportadas por una matriz areno limosa. Son de forma redondeada y proceden de diferentes litologías, como: granodioritas, metagranodioritas, gneis, metagranitos, esquistos verdes. El tamaño de los clastos varía de decimétricos a métricos. Es posible también encontrar relictos coluviales entre mezclados con los depósitos aluviales.

Hacia la zona baja se observa la presencia de humedales tipo pantano.

Figura 4. 16: Suelo aluvial cercano al sitio de casa de máquinas
Fuente y Elaboración: Informe de Geología y Geotécnica Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest
Elaboración: MGA Engineers S.A

Vías de acceso

En la margen Sur del río Upano, al momento existe la carretera Guamote – Macas, que en el sector del proyecto hidroeléctrico, pasa por las poblaciones: Zuñac o San Vicente, 9 de Octubre o Alshi, General Proaño, que conforman los habitantes del área del proyecto hidroeléctrico Normandía e Hidroquest.

Para fines de desarrollo del proyecto hidroeléctrico, se deberá proyectar la construcción de caminos de acceso, a partir de la carretera principal hacia los sitios de: la captación, la conducción y la casa de máquinas. Estos caminos de acceso en su mayor parte serán construidos sobre suelos residuales, coluviales y parcialmente los taludes de corte se realizarán en rocas de la unidad Upano. Por ello, este trazado es factible de ejecutarse con un bajo riesgo de inestabilidad. Es necesario profundizar los estudios para definir la estabilidad de los taludes de corte y de relleno.

4.2.1.5.1 Comportamiento geotécnico previsto

- **TALUDES:** De acuerdo con las observaciones preliminares realizadas, la excavación tendrá que atravesar una alta gama de materiales con diferentes condiciones geotécnicas. Si bien en la actualidad existe un ambiente estable, la magnitud de la excavación puede descubrir en sus taludes la presencia de agua en grandes proporciones o que podría encontrarse a presión ya que estaría confinada por el estrato predominantemente arcilloso situado arriba del estrato aluvial e influenciada por el flujo en dirección de la ladera hacia abajo del río. Será importante tener contemplado la disponibilidad de equipos de bombeo y el estibamiento de las paredes de la excavación en caso de ser necesario.

  La pendiente o inclinación del talud afecta directamente a la velocidad de escorrentía y la posibilidad de que se presente erosión. De acuerdo con las características geotécnicas indicadas se ha considerado para la excavación del cajón de las obras hidráulicas que se encuentran por debajo de la plataforma de acceso perimetral taludes 1H:3V en bancos de hasta 7 m. Mayores a estos se ha diseñado bermas de 2 m de ancho con cuneta interceptora revestida.

  Dadas las condiciones morfológicas y geológicas por donde se desarrolla el trazado de la conducción, para el acceso, montaje y colocación de la tubería se deberá excavar una plataforma a cielo abierto con un ancho mínimo de 15.83 m en los tramos de corte cerrado y de 15.06 m en los tramos de corte abierto aproximadamente, con taludes de corte 1:3 y 1:4 (H: V) dependiendo de las condiciones geológicas a lo largo del desarrollo de la conducción.

  El trazado horizontal y vertical de la conducción, se lo ha realizado siguiendo las recomendaciones del estudio geológico-geotécnico, manteniendo el cajón para la instalación de la tubería siempre en corte y evitando en lo posible cortes muy altos que alteren las condiciones geológicas del entorno, ya que la conducción atraviesa por materiales coluviones y residuales formados por bloques, fragmentos angulosos y subangulares de la Unidad Upano, los mismos que son soportados por matriz areno limosa. A partir de la abscisa 5 + 700 está caracterizado por la presencia de esquistos de color gris, filitas de color negro que subyacen a un suelo residual de color marrón claro a marrón oscuro, caracterizado por limo arcilloso/limo arenoso.

- **RIPABILIDAD:** La excavación podrá realizarse en gran parte utilizando maquinaria pesada común, sin embargo, es posible que dentro de la excavación se encuentren bloques de gran tamaño para lo cual se deberá considerar un uso eventual de un martillo acoplable a una retroexcavadora.

- **DRENAJE:** El drenaje es uno de los elementos fundamentales para el mantenimiento, conservación y explotación de las obras a ser construidas, y su inobservancia lleva a una buena parte de las patologías más frecuentes.

  Para el caso del reservorio de interconexión del proyecto hidroeléctrico Normandía e HIDROQUEST, se ha considerado la implementación de drenaje longitudinal y de drenaje subterráneo.

  El drenaje longitudinal tiene por objeto evacuar la escorrentía superficial de la plataforma y de los terrenos que vierten hacia ella, conduciéndola hasta el cauce natural. Para el efecto se ha diseñado cunetas de sección trapezoidal en los niveles 1563.50, 1560 y 1553.80 msnm.

  El drenaje interno o drenaje profundo es aquel que recoge las filtraciones provenientes de niveles freáticos y de la infiltración de caudales a través de las plataformas, bermas y cunetas.

  Para el caso del reservorio es necesario contar con una red de drenaje subterráneo que evite los empujes contra el revestimiento. De esta forma, cuando el nivel freático es alto puede ocurrir que al vaciarse el reservorio se produzca levantamientos en su revestimiento y, en ocasiones, roturas en el mismo. El alto nivel freático puede deberse a la lluvia que se va infiltrando en el terreno o, a las propias filtraciones del agua que circula por el reservorio, filtraciones que se realizan a través de su revestimiento o de sus juntas y no encuentran camino de salida fácil.

  En los taludes de excavación la humedad disminuye la cohesión del terreno y favorece al deslizamiento, pero existe un peligro todavía mayor en el caso de que el canal se asiente sobre terraplén, ya que la filtración que se produzca a través de aquel dispone de un gradiente hidráulico mayor que en el caso de los desmontes y por ello puede producir fenómenos de arrastre de finos interiores en el relleno.

- Las condiciones de estabilidad de los sitios para cada una de las obras son adecuadas y no se identifican procesos de inestabilidad de gran magnitud, salvo deslizamientos superficiales puntuales, de pequeña magnitud, que podrían influir en la fase de construcción de la obra. Para su mitigación, se deberá prever la construcción de sistemas de drenaje. Los sitios de implantación no están amenazados directamente por procesos de inestabilidad. Las condiciones de cimentación para las obras de captación y sus obras anexas son adecuadas pues se estima se realizará parcialmente sobre el basamento rocoso.

- Para el trazado de la conducción, de la chimenea de equilibrio, tanque de presión y la casa de máquinas, no se identifica, por el momento, amenazas mayores de
  inestabilidad que afecten los sitios en donde se implantarán.

4.2.1.6 Geopedología

Para la descripción de las unidades geopedológicas del área de implantación del Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest, se tomó como base el Mapa Geopedológico de SIG Tierras del año 2015, a escala 1:25000, fundamentado en las características de los suelos, la morfología del sitio, y la clasificación de Soil Survey Staff (1999).

- **Inceptisoles:**

Son suelos jóvenes con la característica de presentar un grado relativamente débil de desarrollo de perfil. Se caracterizan más comúnmente por un perfil de suelo con un horizonte del subsuelo epipedón ócrico (típicamente delgado y/o de color claro) y un cámbico (desarrollo mínimo del suelo).

En general, los Inceptisoles se encuentran en superficies geomorfológicas relativamente jóvenes que son suficientemente estables para permitir un desarrollo de perfil débil pero notable. Son suelos típicos de entornos que incluyen laderas de tierras altas, llanuras aluviales, terrazas de arroyos y llanuras más inundadas.

Los inceptisoles se encuentran en diversos entornos ambientales, son comunes en climas húmedos, y tienen un drenaje muy pobre.

En el área del proyecto Hidroquest, los inceptisoles se asocian a coluviales antiguos de laderas de pendientes >12-25%, y son suelos ligeramente ácidos. Se sitúan en margen sur del Río Upano, desde el área de captación hasta el centro de la conducción (el segmento occidental).

- **Tierras miscelaneas:**

Son formaciones rocosas, o suelos desnudos, donde no hay suelo natural, y que están localizados en cañones de los ríos. Estas tierras no están caracterizadas como unidades de suelos o unidades taxonómicas.

En el área del proyecto Hidroquest las tierras misceláneas se sitúan en las terrazas fluviales y el cauce actual del Río Upano, en donde las pendientes son muy suaves de >2 – 5%. Se distribuyen a lo largo de todo el trazado del proyecto, desde captación hasta Casa de máquinas.

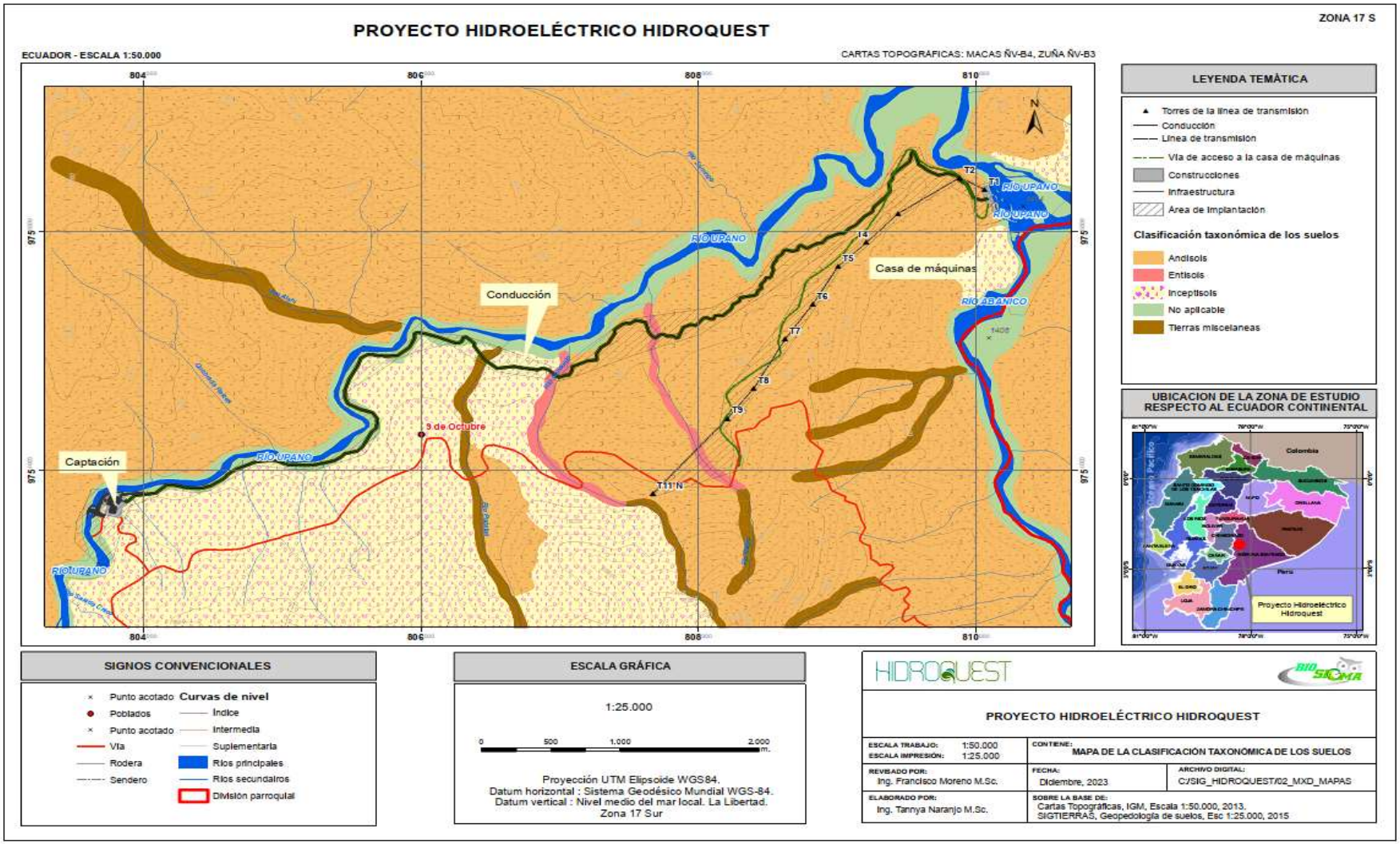
- **Andisoles:**

Son suelos relativamente jóvenes, con la característica distintiva clave que es la presencia de ándico del suelo dentro de una porción significativa de al menos los 60 cm superiores del suelo. En general, los suelos con propiedades ándicas se caracterizan por: **1)** suelos débilmente meteorizados con contenidos relativamente altos de vidrio volcánico y sólo cantidades bajas o moderadas de los minerales que resultan de la erosión de el vidrio, o **2)** suelos moderadamente meteorizados que son ricos en orden de corto alcance (poco cristalinos) subproductos de la intemperie y tienen menores cantidades de vidrio restante.

Los procesos dominantes en la mayoría de los Andisoles son la meteorización y transformación mineral de minerales primarios de aluminosilicato (comúnmente vítreos) que forman minerales de orden corto (poco cristalinos), como alofano, imogolita y ferrihidrita, minerales que son responsables de las propiedades ándicas del suelo, y dan como resultado una alta capacidad de agua.

Estos suelos se forman en ambientes con cantidades relativamente altas de materia orgánica del suelo, por lo que se consideran suelos altamente productivos, y se sitúan particularmente en climas fríos y húmedos.

En el área del proyecto Hidroquest los andisoles se sitúan hacia el occidente en los coluvio aluviales antiguos de la margen norte del río Upano. En el área de la captación los andisoles son muy ácidos, mientras que, a lo largo de la conducción en donde el relieve es montañoso tectónico erosivo, con pendientes fuertes, los andisoles son medianamente ácidos, al igual que en el tramo de la transmisión.



Mapa 4. 4: Mapa geopedológico
Fuente: SIGTIERRAS
Elaboración: Equipo consultor

4.2.1.7 Riesgos geodinámicos

4.2.1.7.1 Riesgo de fenómenos de remoción en masa

En la margen Norte (Izquierda) del río Upano se evidencia la presencia de varios escarpes de movimientos en masa recientes, por lo que se estima estará afectada por posibles movimientos de laderas de regular magnitud. Este tipo de riesgos no afectarán directamente al proyecto Hidroquest. Sin embargo, es importante tener en cuenta este criterio.

En la margen Sur (Derecha) del río Upano se identifica la presencia de pocos escarpes de movimientos en masa, por lo que se infiere no estarán afectadas por deslizamientos importantes, sino posiblemente por deslizamientos menores que pueden ser controlables en especial en la etapa de construcción del proyecto. Esto se evidencia ya que las laderas presentan pendientes moderadas a bajas, salvo en el último tramo (desde la 8+000 a la 8+700, aproximadamente) donde se podrían tener deslizamientos de magnitud media.

Las obras previstas en la margen Sur (Derecha) que puedan ser afectadas por posibles inestabilidades menores, se estima podrían ser causadas por una baja resistencia al corte que presenten los coluviales y suelos residuales que cubren parcialmente estas laderas.

La vulnerabilidad de los suelos y rocas es un factor de riesgo a ser considerado en cualquier tipo de obra en superficie y que demande de excavaciones importantes. Sin embargo, esto puede ser controlado mediante suficientes diseños de taludes de corte y procesos constructivos apropiados a la realidad geológica y geotécnica del sitio, que incluya medidas de protección de laderas y obras.

Con lo establecido en el Atlas de Espacios Geográficos expuestos a Amenazas Naturales y Antrópicas, el área en donde se asienta el proyecto tiene una caracterización de media a alta susceptibilidad a deslizamientos en masa.

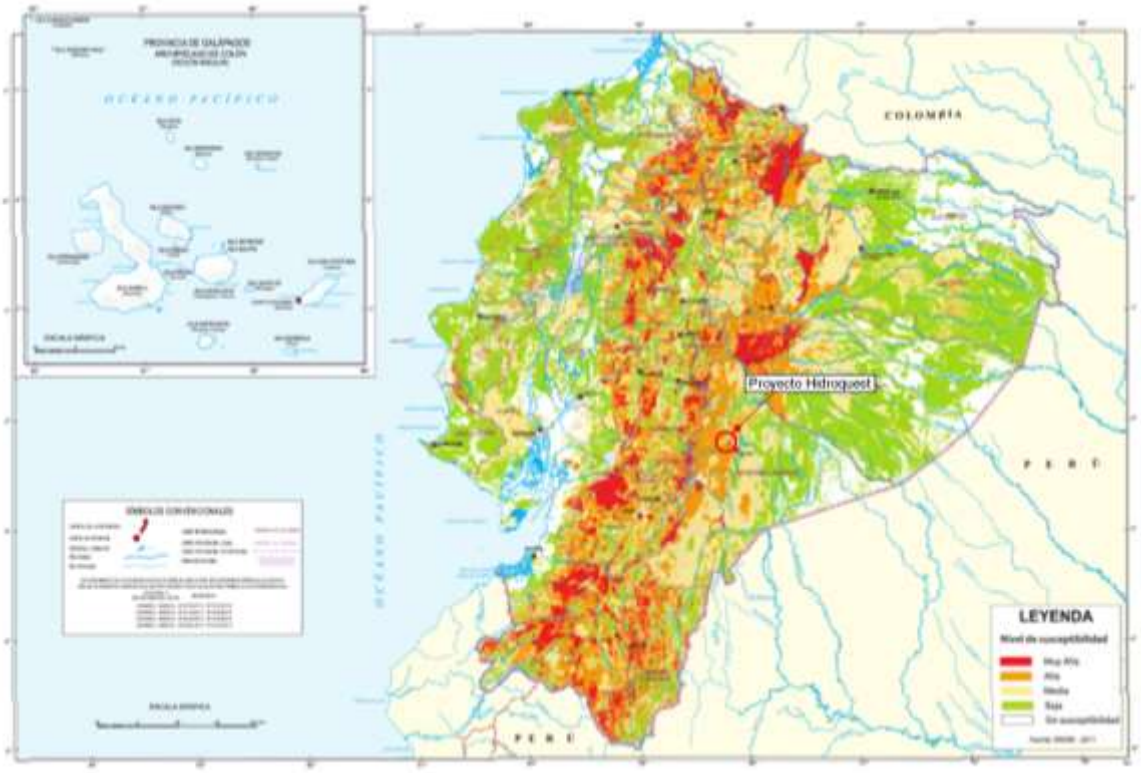


Figura 4. 17: Susceptibilidad a movimientos en masa
Fuente y elaboración: ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS 2018, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias

4.2.1.7.2 Peligros sísmicos

El Ecuador Continental está localizado en una zona tectónica muy activa que corresponde al borde de las placas de convergencia Nazca y Sudamericana, lo que genera un proceso de subducción. La placa oceánica Nazca se desplaza hacia el Oriente a una velocidad entre 6 y 8 cm/año (Kellogg & Vega, 1995), y subduce bajo la placa Sudamericana que se desplaza hacia el occidente a una velocidad media de 3 a 4 cm/año (Barazangi & Isacks, 1976). El fenómeno de la subducción produce en el Ecuador continental el levantamiento de las cordilleras andinas, así como la depresión tectónica interandina.

Debido a la tectónica activa de la zona de subducción se forman fuentes sísmicas con magnitudes variables, generalmente altas. Pero, las fuentes sísmicas no están únicamente restringidas a las zonas de subducción, ya que ellas pueden estar localizadas dentro del continente mismo. Puesto que, las deformaciones que genera la subducción desencadenan la formación de sistemas de fallas activas regionales mismas que también son fuentes generadoras de sismos.

Una falla activa es un elemento tectónico que debe ser analizado no solamente desde el punto de vista de su potencial generador de sismos sino también por su impacto en las condiciones geomecánicas de los macizos rocosos y las obras que allí se instalen.

La actividad de una falla activa puede desencadenar grandes procesos de inestabilidad. Por esta razón, en cualquier proyecto de desarrollo resulta imperativo definir la existencia de fallas activas en las cuales pueden generarse sismos que provoquen aceleraciones peligrosas que desencadenen procesos de inestabilidad o potenciales daños en las instalaciones.

En la Región Oriental se producen una gran cantidad de sismos, la mayoría son de profundidad entre media a mayor y con magnitudes que al no ser considerables, se atenúan en su trayecto hacia la superficie que no causan mayores daños materiales.

Para evaluar los peligros sísmicos a los cuales estaría expuesto el proyecto hidroeléctrico Hidroquest, se analizaron las condiciones tectónicas en un radio de aproximadamente 50km alrededor del sitio. Se identifica que la provincia de Morona Santiago está ubicada en una zona sísmica de intensidad media, asociada con fallas geológicas de límites de terrenos acresionados, y asociada también con el límite de la cordillera Real con el frente Subandino.

De acuerdo con el mapa de fallas y de ubicación de sismos, no se han registrado mayores sismos, en cuanto a magnitud y afectación.

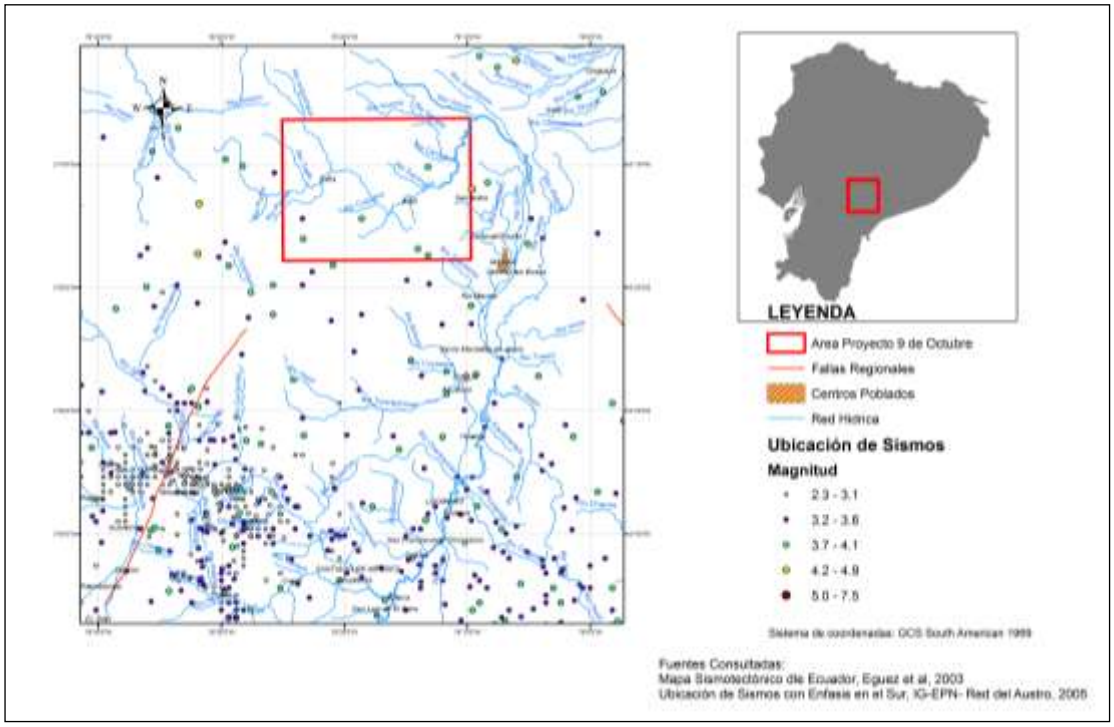


Figura 4. 18: Fallas y sismos
Fuente: Mapa sismo tectónico del Ecuador
Elaboración: Egûez 2003

El riesgo sísmico es un parámetro por considerar en el diseño de cualquier obra de infraestructura en el país, y es particularmente importante en la cuenca del río Upano con la finalidad de que las obras puedan soportar un evento sísmico importante y que una vez superada la emergencia estas obras puedan inmediatamente recuperar su capacidad productiva.

La sismicidad histórica en la región meridional del país permite hacer un diagnóstico sobre los peligros sísmicos que podrían constituir una amenaza para el proyecto Hidroquest. En esta región han ocurrido varios terremotos con intensidades mayores que VI en la escala Mercalli, pero poco se conoce de los impactos que tuvieron en la región oriental y específicamente en la zona de Macas.

El evento sísmico que se tiene reporte corresponde a aquel ocurrido el 2 de octubre de 1995, de intensidad VIII, localizado en la Cordillera de Cutucú. Produjo daños de consideración en Macas, Sucúa y Méndez, aunque se desconoce los efectos que hayan ocurrido en el área del proyecto Hidroquest.

Considerando las intensidades registradas y las áreas afectadas por el evento antes mencionado, resulta evidente que fue un sismo que tuvo su origen en una falla local y probablemente en uno de los sistemas inversos que se encuentran cerca a la Cordillera de Cutucú.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC 2015, establece las zonas sísmicas en el Ecuador y mapas de peligro sísmico asociados al tipo de estructura.

Categoria	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras substancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras substancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Tabla 4. 6: Categoría de estructuras, tipo de uso, destino e importancia
Fuente: NEC (2015)

Particularmente con el presente caso en estudio están relacionadas "construcciones esenciales", y "otras estructuras"; pues involucra estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica, y torres de transmisión. Para lo cual, es necesario utilizar diferentes niveles de peligro sísmico con el fin de verificar el cumplimiento de diferentes niveles de desempeño. Se clasifican los sismos según los niveles de peligro sísmico y período medio de retorno, a continuación:

Nivel de sismo	Sismo	Probabilidad de excedencia en 50 años	Periodo de retorno T_r (años)	Tasa anual de excedencia ($1/T_r$)
1	Frecuente (menor)	50%	72	0.01389
2	Ocasional (moderado)	20%	225	0.00444
3	Raro (severo)	10%	475	0.00211
4	Muy raro* (extremo)	2%	2 500	0.00040

Tabla 4. 7: Niveles de peligro sísmico
Fuente: NEC (2015)

Para las estructuras esenciales, se deberá verificar un correcto desempeño sísmico en el rango inelástico para:

1. *Limitación de daño* (nivel de seguridad de vida) ante un terremoto de 475 años de período de retorno (probabilidad anual de excedencia 0.00211).

2. *No-colapso* (nivel de prevención de colapso) ante un terremoto de 2475 o 2500 años de período de retorno (probabilidad anual de excedencia 0.00004).

Período de retorno sísmico de 475 años:

En la Figura siguiente, se puede identificar que el área del proyecto hidroeléctrico Hidroquest, se ubica entre las Zonas II y III, con un factor de zona (Z) entre 0.25g y 0.30g, e indica "Alto peligro sísmico".

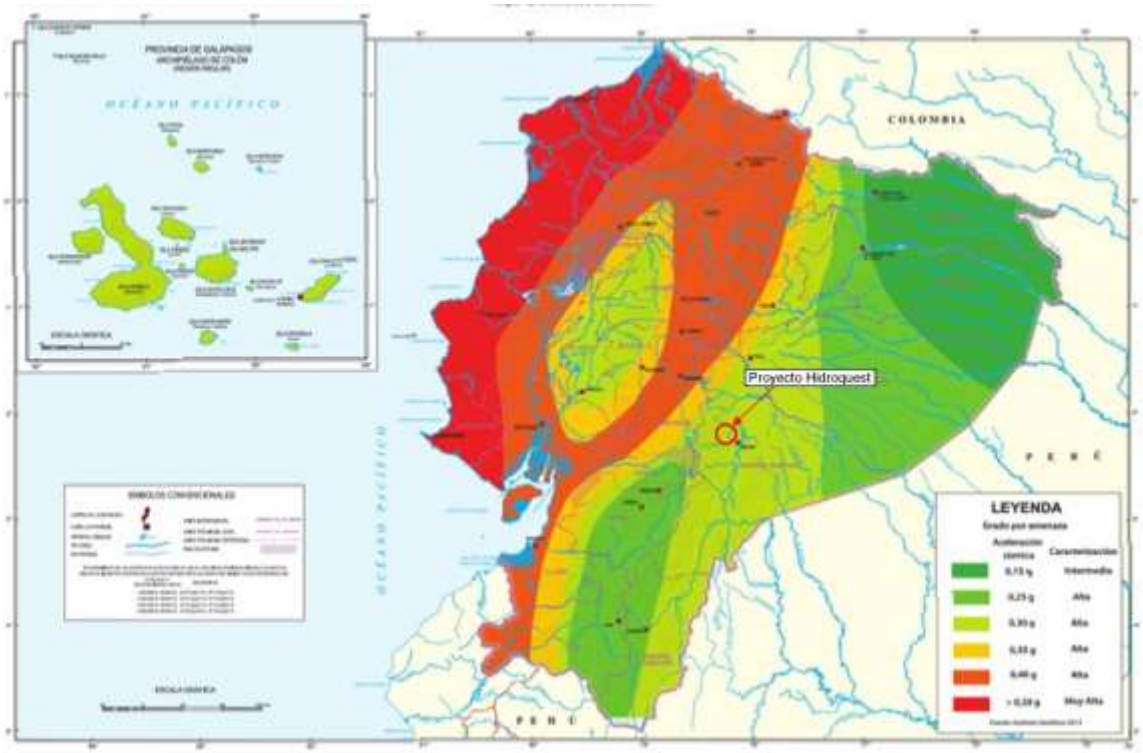


Figura 4. 19: Amenaza sísmica
Fuente y elaboración: ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS. 2018, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias

Período de retorno sísmico de 2475 años:

En la Figura siguiente, se puede identificar que el área del proyecto hidroeléctrico Hidroquest presenta un factor de zona (Z) entre 0.61g y 0.80g, e indica "Alto peligro sísmico".

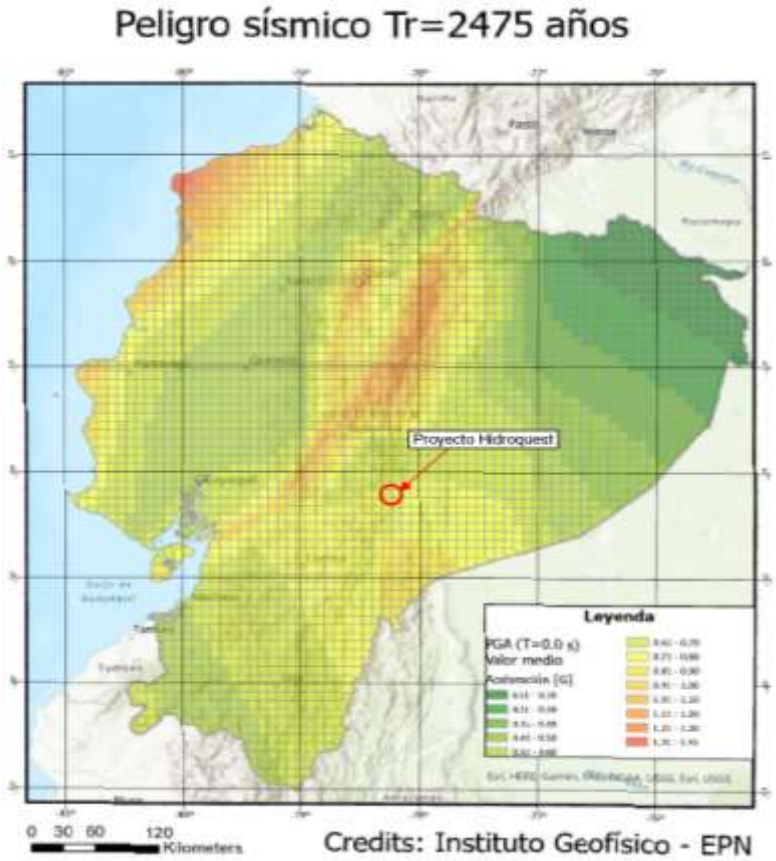


Figura 4. 20: Mapa de peligro sísmico para un periodo de retorno de 2475 años
Fuente y elaboración: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional

Estructuras diferentes a las de las edificaciones:

Son todas las estructuras auto-portantes que no son edificios, las cuales soportan cargas verticales y deben resistir los efectos sísmicos, tales como reservorios, tanques, torres de transmisión, estructuras hidráulicas, tuberías, etc., cuyo comportamiento dinámico es distinto al comportamiento de las estructuras de edificación, por lo que se diseñarán para resistir las fuerzas laterales mínimas.

Evaluación del peligro:

La categorización de peligro sísmico para periodos de retorno diferentes arrojó "Alto", tanto para la zona de generación como para la conducción y línea de transmisión. Esto se debe a que los mapas de peligro símico reconocen el hecho de que la subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana es la principal fuente de generación de energía sísmica en el Ecuador, a lo que se le añade un complejo sistema de fallas local superficial que produce sismos importantes en gran parte del territorio ecuatoriano. De tal forma que, el Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest se encuentra contenido en la fuente sismotectónica cortical importante.

Según Beauval et al. (2018), y Yepes et al. (2016) el proyecto Hidroquest se sitúa en la fuente cortical Cutucú, en el trasarco andino (Figura 4.19).

El dominio del trasarco andino se ha subdividido en tres fuentes: Napo, Cutucú y Moyobamba. En este dominio hay dos levantamientos estructurales principales: Napo y Cutucú que caracterizan el cinturón de plegado y empuje subandino con tendencia N-S en Ecuador, ambos convergiendo hacia la Depresión de Pastaza. Los ejes de los dos levantamientos son desviados por la depresión, por lo que se utiliza como límite de las fuentes. La desviación también se nota por la sismicidad de baja energía que se inclina hacia el Depresión de Pastaza.

En Cutucú se registra el evento sísmico de 7.0Mw de 1995, y la evidente sismicidad en la parte central de la fuente probablemente esté relacionada con la parte activa actual del levantamiento de Cutucú (Yepes et al., 2016).

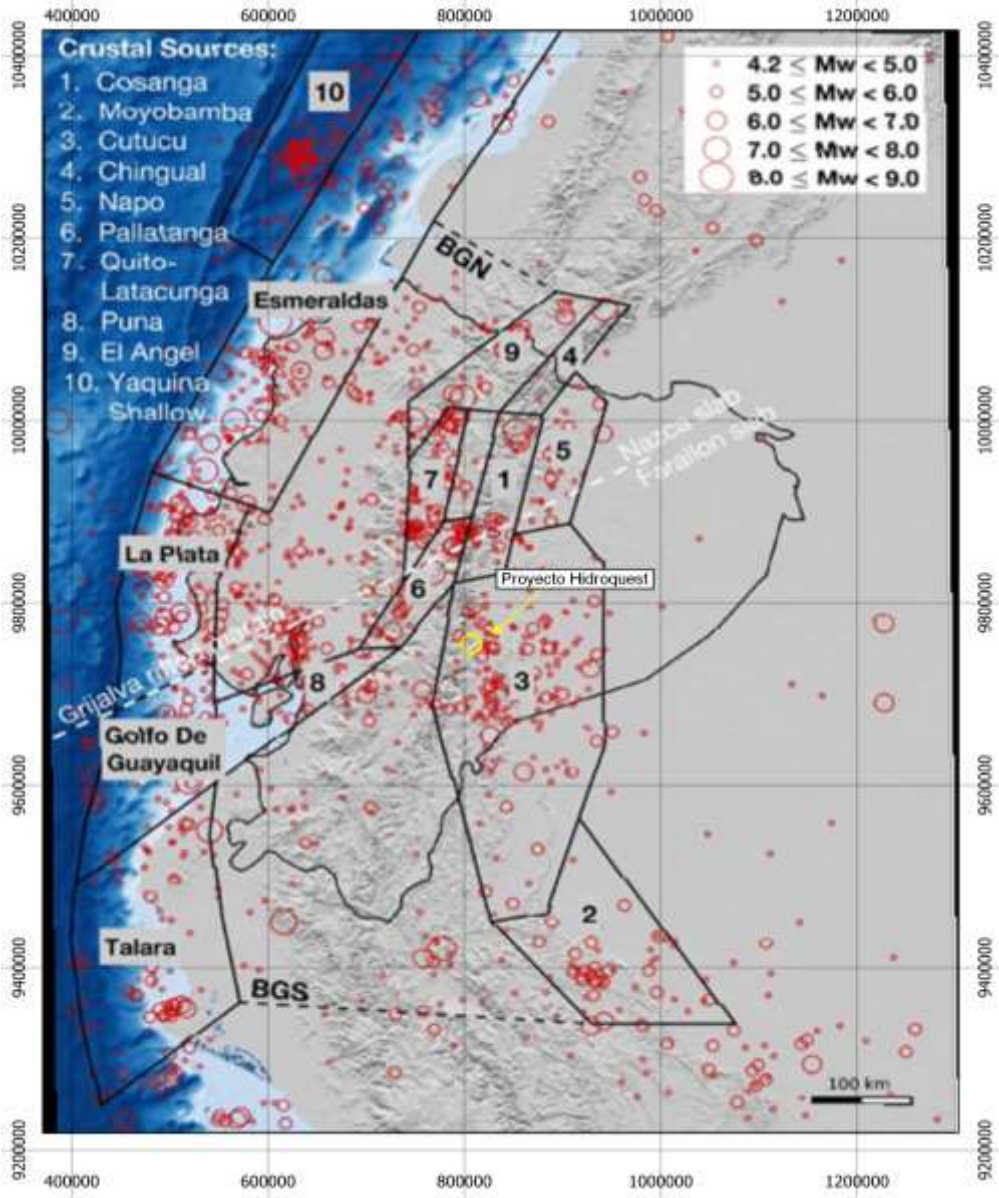


Figura 4. 21: Fuentes sísmicas tipo corticales
Fuente: Beuval et al. (2018)

De acuerdo con Alvarado et al. (2012) el área del proyecto que se localiza en el sureste de Ecuador está contenido en el sistema de fallas de Macas, que limita con la Cordillera Real en su lado occidental y probablemente era parte de la falla Méndez al norte de su trazado actual (Figuras 4.20a; Aspden y Litherland, 1992). Las evidencias morfológicas sugieren una deformación compresional y una contribución al cinturón de plegado y empuje subandino (Bès de Berc et al., 2005) aunque no hay sismicidad cortical significativa parece estar relacionada con esta estructura (Figura 4.20b).

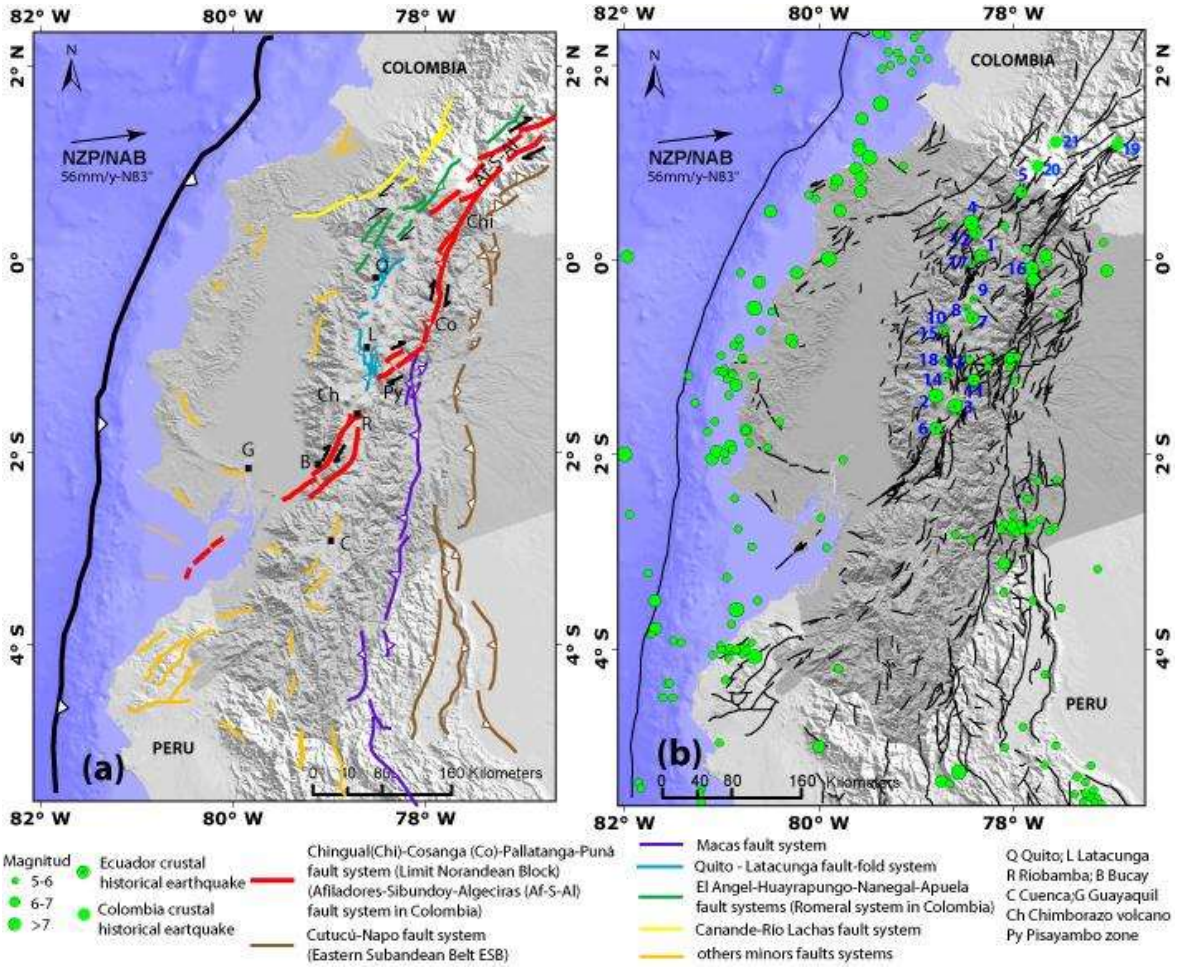


Figura 4. 22: a) Mapa de fallas activas del Ecuador: sistemas de fallas activas y su cinemática cuaternaria. b) Sismicidad cortical instrumental e histórica en Ecuador (>40 km de profundidad, y Magnitud >5).
Fuente: Alvarado (2012)

De acuerdo con el ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS. 2018, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, la Provincia de Morona Santiago y zona del proyecto tiene un histórico de sismos de intensidad de 4,5,6 en Escala Mercalli, lo que a su vez representa un nivel de amenaza alto.

Las condiciones de estabilidad de los sitios para cada una de las obras son adecuadas y no se identifican procesos de inestabilidad de gran magnitud, salvo deslizamientos superficiales puntuales, de pequeña magnitud, que podrían influir

en la fase de construcción de la obra. Para su mitigación, se deberá prever la construcción de sistemas de drenaje.

Los sitios de implantación no están amenazados directamente por procesos de inestabilidad. Las condiciones de cimentación para las obras de captación y sus obras anexas son adecuadas pues se estima se realizará parcialmente sobre el basamento rocoso.

Para el trazado de la conducción, de la chimenea de equilibrio, tanque de presión y la casa de máquinas, no se identifica, por el momento, amenazas mayores de inestabilidad que afecten los sitios en donde se implantarán.

4.2.1.7.3 Peligro volcánico

En Ecuador, los volcanes más activos en los últimos 400 años con más de 15 erupciones son el Reventador, Cotopaxi, Tungurahua y Sangay. Solo los dos últimos afectan la parte Noreste de Morona Santiago sin tener impactos importantes sobre la población y sus asentamientos.

Particularmente, la zona de proyecto Hidroquest está influenciada dentro de los 50km a la redonda, principalmente por el peligro del volcán Sangay.

El volcán Sangay representa potencial peligro al encontrarse en estado de erupción. Este es el único volcán que se encuentra en Morona Santiago, ubicado en el noroeste de la Provincia, entre los cantones Morona y Pablo Sexto. Su altura máxima es de 5230 msnm y es uno de los más activos del mundo, lo que se manifiesta en erupciones frecuentes que causan la caída de ceniza en las zonas circundantes.

Durante una erupción los gases y materiales piroclásticos (ceniza, fragmentos de roca, piedra pómez, cascajo) son expulsados al aire desde el cráter y forman parte de una columna eruptiva que puede alcanzar varios kilómetros de altura y sostenerse por minutos u horas. La fuerza de las erupciones viene expresada en función de la velocidad (Km/h), los valores medios están en el rango de 9 a 11 Km/h. Las comunidades de los cantones Palora, Huamboya y Pablo Sexto no serían afectadas en gran medida en el caso de presentarse eventos de naturaleza volcánica.

La peligrosidad de este fenómeno depende del volumen de material emitido en la erupción, la intensidad y duración de la erupción, la distancia al punto de emisión y la dirección del viento. La dirección predominante del viento es Norte en los meses de mayo, junio y octubre; en los meses de noviembre y diciembre es Este, aunque la media general es Norte.

Por la ubicación del proyecto Hidroquest existe "multipeligro volcánico, de probabilidad menor" es decir, aunque es poco probable que éste sea afectado, pueden influenciar flujos de lava, lahares, corrientes de densidad piroclástica, e incluso avalanchas de escombros; aunque al ser éstas las amenazas más móviles son capaces de alcanzar drenajes distales mayores.

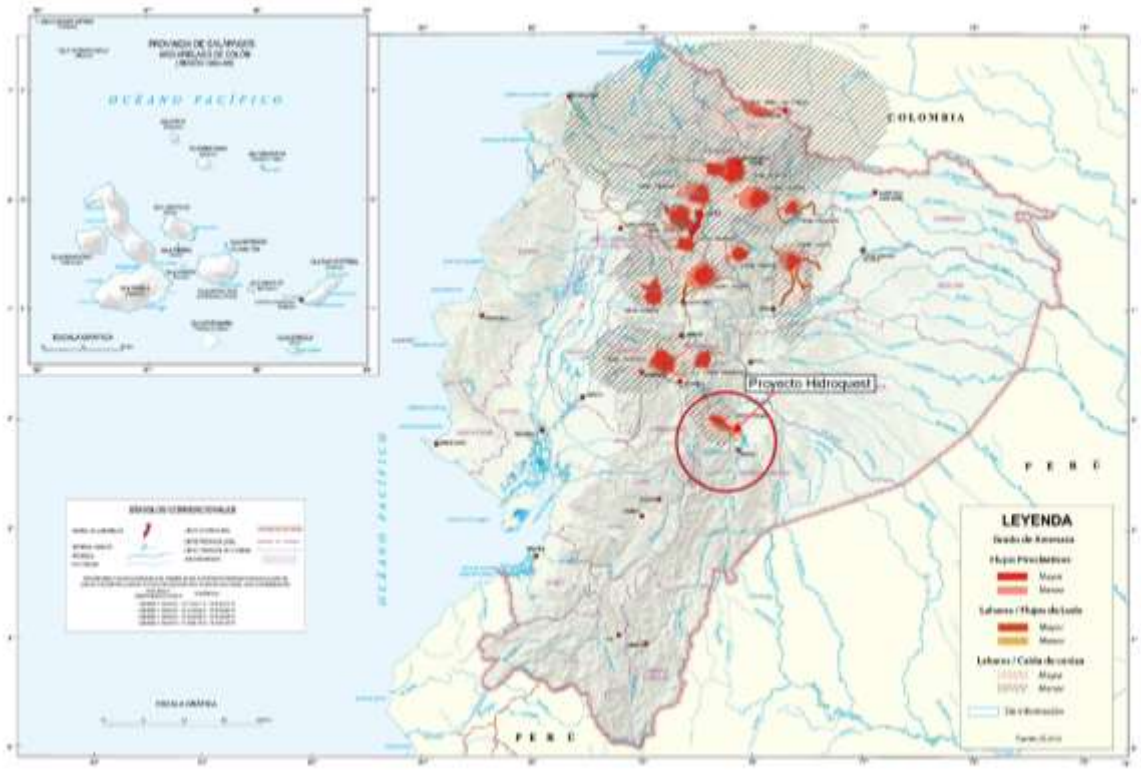


Figura 4. 23: Mapa de Peligro volcánico con 50 km de radio de influencia del proyecto Hidroquest

Fuente y elaboración: ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS 2018, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias

4.2.2 HIDROGEOLOGÍA

4.2.2.1 Unidades hidrogeológicas

Esencialmente, el área del proyecto hidroeléctrico corresponde a depósitos cuaternarios, que yacen encima de un sustrato de edad jurásica. En la zona de estudio se definen los siguientes tipos litológicos:

Unidad Upano (J_{Su}). – constituyen el sustrato del jurásico, que forma básicamente un cinturón de 15km de ancho a lo largo de la pendiente Este de la cordillera Real, y está formada por andesitas verdes, y meta-sedimentarias asociadas (metas volcánicas, meta sedimentos e intrusivos metamorfizados).

Hacia la parte oriental está conformada también por filitas y pizarras negras, y meta-grauvacas, que cubren la parte alta del relieve subandino, y subyacen sobre bloques de esquistos negros y cafés.

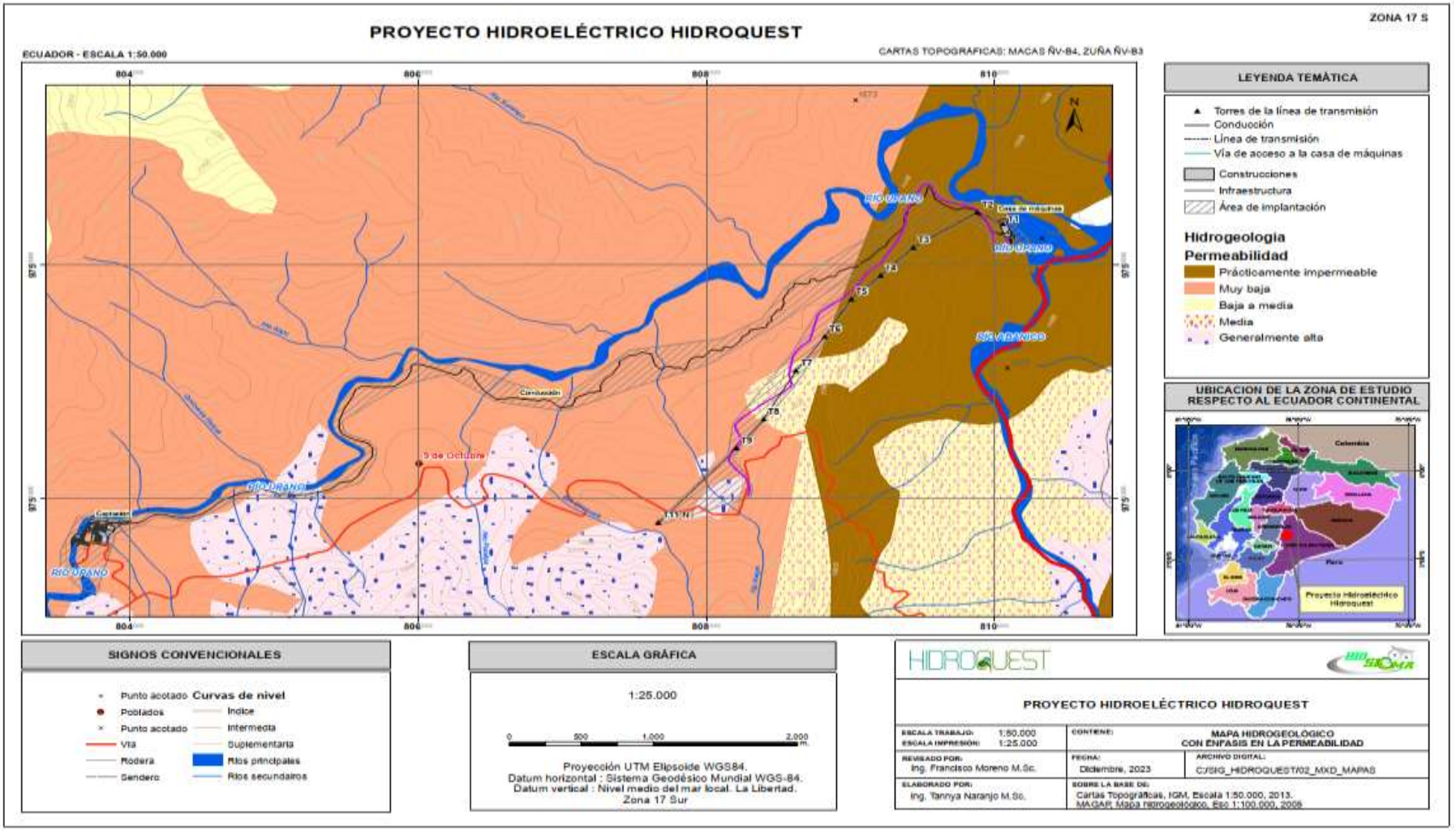
En la parte media y superior del proyecto, la unidad Upano presenta cuarcitas bandeadas, esquistos negros y meta grauvacas. Hacia la parte inferior (final) del proyecto se observa rocas meta volcanosedimentarias poco alteradas.

Depósitos Coluviales (Q_C). - Están constituidos por bloques, fragmentos angulosos y subangulares de rocas de la unidad Upano, soportados en matriz areno limosa a limo arcillosa. Se encuentran entre consolidados a parcialmente consolidados.

Suelos Residuales (Q_{SR}). - Están formados por la meteorización y alteración de las rocas de la unidad Upano y de posibles depósitos coluviales. Se estima conforman una parte del suelo de superficie a lo largo del trazado de la conducción. Son suelos del tipo limo arcilloso, arcillo limoso y limo arenoso. Reflejan una matriz de material fino.

Depósitos Aluviales (Q_{al}). - Se encuentran en los cauces de los drenajes principales y corresponden a depósitos de bloques, cantos, gravas, arenas y limos provenientes de los materiales preexistentes en las laderas de los ríos y quebradas que drenan la zona.

Serie volcánica: Son rocas volcanosedimentarias y lavas, que se encuentran formando relieves escarpados con cobertura piroclástica sobre las rocas metamórficas de la Unidad Upano.



Mapa 4. 5:Mapa Hidrogeológico
Fuente: MAGAP, 2005
Elaboración: Equipo consultor

4.2.2.2 Permeabilidad

De acuerdo con el mapa hidrogeológico del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) del año 2005, las unidades hidrogeológicas del proyecto presentan cuatro tipos de permeabilidades diferentes:

a) Prácticamente impermeable:

Desde un punto de vista hidrogeológico, las litologías bien compactadas que han sufrido procesos de metamorfismo como las pizarras, filitas, esquistos, cuarcitas y rocas meta volcanosedimentarias de la unidad Upano, han reducido su porosidad intergranular por acción de la presión, convirtiéndolas en unidades prácticamente impermeables, pero tienen presentar porosidad secundaria por fisuración. Sin embargo, no representan mayor importancia hidrogeológica.

b) Muy baja permeabilidad:

La permeabilidad de los depósitos del cuaternario (coluviales, aluviales, suelos residuales) es muy baja. Sin embargo, desde un punto de vista hidrogeológico, normalmente depósitos de origen aluvial o coluvial tienen una permeabilidad bastante elevada, por lo que particularmente en este caso, la baja permeabilidad es indicador de que estas unidades están soportados en matriz fina areno limosa a limo arcillosa, y se encuentran entre consolidados a parcialmente consolidados.

La permeabilidad de la serie volcánica es también muy baja, debido a que se trata de rocas volcanosedimentarias de material piroclástico fino (ceniza), y con porosidad secundaria (fisuración).

c) Permeabilidad media:

Al igual que en el caso anterior, la permeabilidad media está asociada a depósitos coluviales y rocas volcanosedimentarias.

Entre otros factores, la permeabilidad varía también en función del contenido de material fino que contenga la unidad hidrogeológica. Pese a tratarse del mismo tipo litológico que en el caso anterior, tendrán permeabilidad media los materiales más heterogéneos con matriz menos fina y/o que estén menos consolidados.

d) Permeabilidad generalmente alta:

La permeabilidad es generalmente alta cuando la porosidad es intergranular, lo que ocurre en materiales más heterogéneos y con tamaño de grano mayores. En particular, los coluviales y aluviales que tienen estas características presentan elevada permeabilidad.

4.2.3 HIDROLOGÍA

4.2.3.1 Características generales de la cuenca

El área de construcción del Proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST se encuentra en la microcuenca de drenajes menores del Río Upano que es parte de la Subcuenca del Río Upano que pertenece a la Cuenca del Río Santiago.

El río Upano tiene sus nacimientos en alturas superiores a los 3400 msnm, está en la vertiente oriental de los Andes y corresponden al curso superior del sistema fluvial Paute–Upano–Namangoza–Santiago, que drena por la vertiente oriental de los Andes hacia la llanura amazónica.

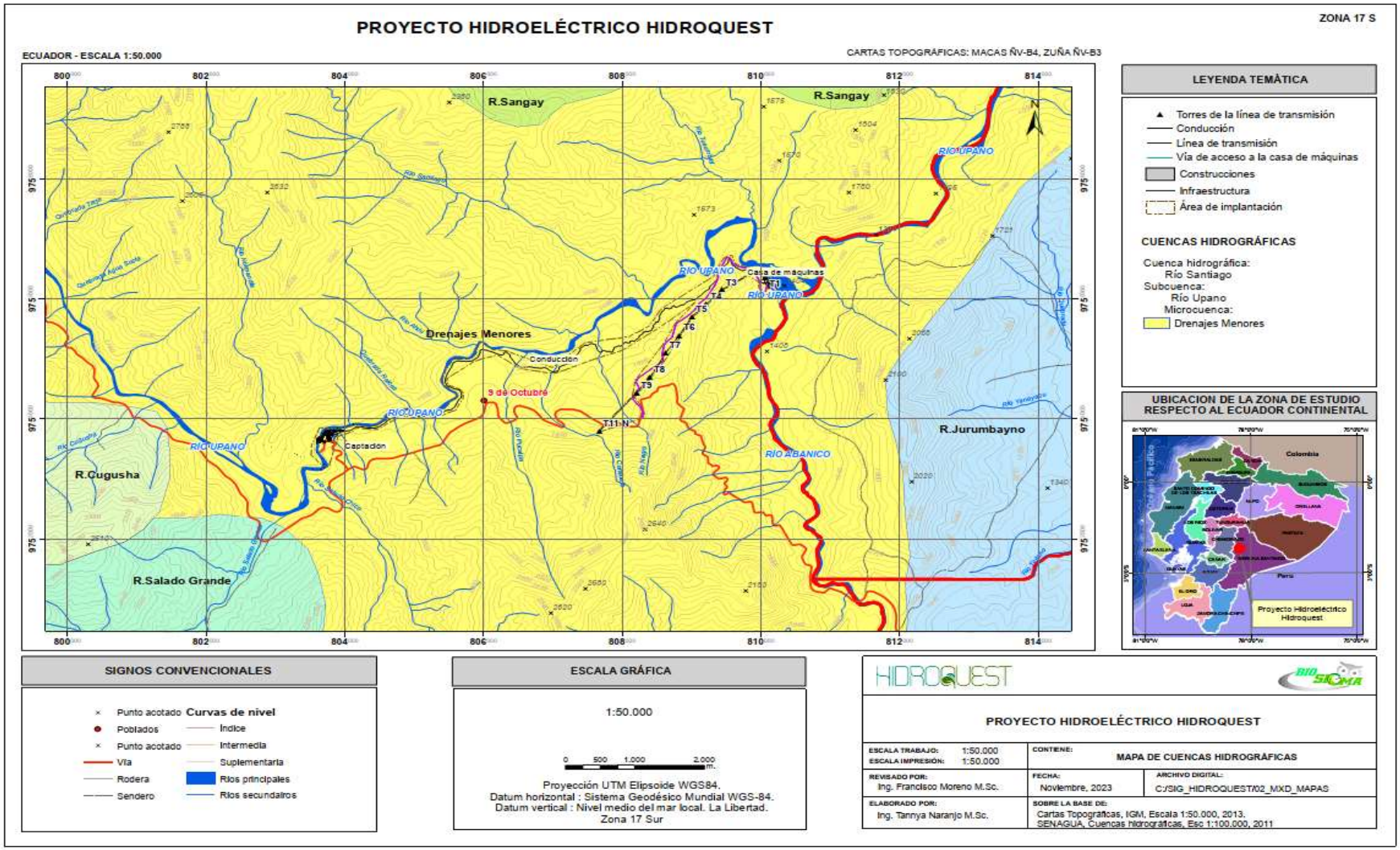
El río Upano pertenece al curso superior del sistema Upano-Namangoza-Santiago-Marañón-Amazonas y tiene su origen en las estribaciones de la Cordillera Oriental de Los Andes, específicamente en el sector de la Laguna Negra, perteneciente al complejo Atilio, que se encuentra en la provincia de Chimborazo.

Recibe como afluentes en su margen derecha a los ríos Cugusha, Salado Grande, Salado Chico, Abanico, Domono, Copueno, Jurumbaino y Arapicos, y por su margen izquierda a los ríos Anguchaca, Samingo, Sangay, Volcán y Yuquipa. En su recorrido de norte a sur forma el valle del mismo nombre. El río Upano luego de salir del Cantón Morona sigue hacia el sur para unirse con el río Paute y formar el río Namangoza que se unirá con el río Zamora para formar el Santiago que desembocará en el Marañón.

La cuenca de drenaje del río Upano se desarrolla de occidente a oriente, pero en las inmediaciones del sitio de aprovechamiento vira hacia el sur-oriente. Su nacimiento se encuentra en la divisoria de aguas de las vertientes del Pacífico y del Amazonas, con cumbres que en los cerros Shille y Yanatorre que sobrepasan los 4200 msnm. Las altas pendientes del cauce posibilitan el aprovechamiento del río con fines hidroeléctricos.

La cuenca prácticamente permanece inalterada, pues tiene muy escasos asentamientos humanos; la densidad poblacional muy baja (± 1 hab/km2) de hecho, aparte de la cabecera parroquial Zuñac y la comunidad de Alshi 9 de Octubre, no existen otras poblaciones en la cuenca. Esta circunstancia tiene sus ventajas para el proyecto, pues la cuenca es una zona montañosa relativamente virgen, lo que favorece a una baja producción de sedimentos y a una buena producción hídrica.

La vegetación, natural en su mayor parte, corresponde a una formación herbácea, densa, de altura (páramo) en las partes más altas y frías, que un poco más abajo, en zonas más temperadas, se transforma en una formación arbórea, densa, siempre verde, presente en las vertientes exteriores de Los Andes y, en la zona más baja en que se localiza el sitio de toma, se tiene un mosaico de vegetación natural y cultivos, correspondiente a bosque con claros de pastos, cultivos y arboricultura.



Mapa 4. 6: Mapa Cuencas Hidrográficas
Fuente: SENAGUA 2011
Elaboración: Equipo consultor

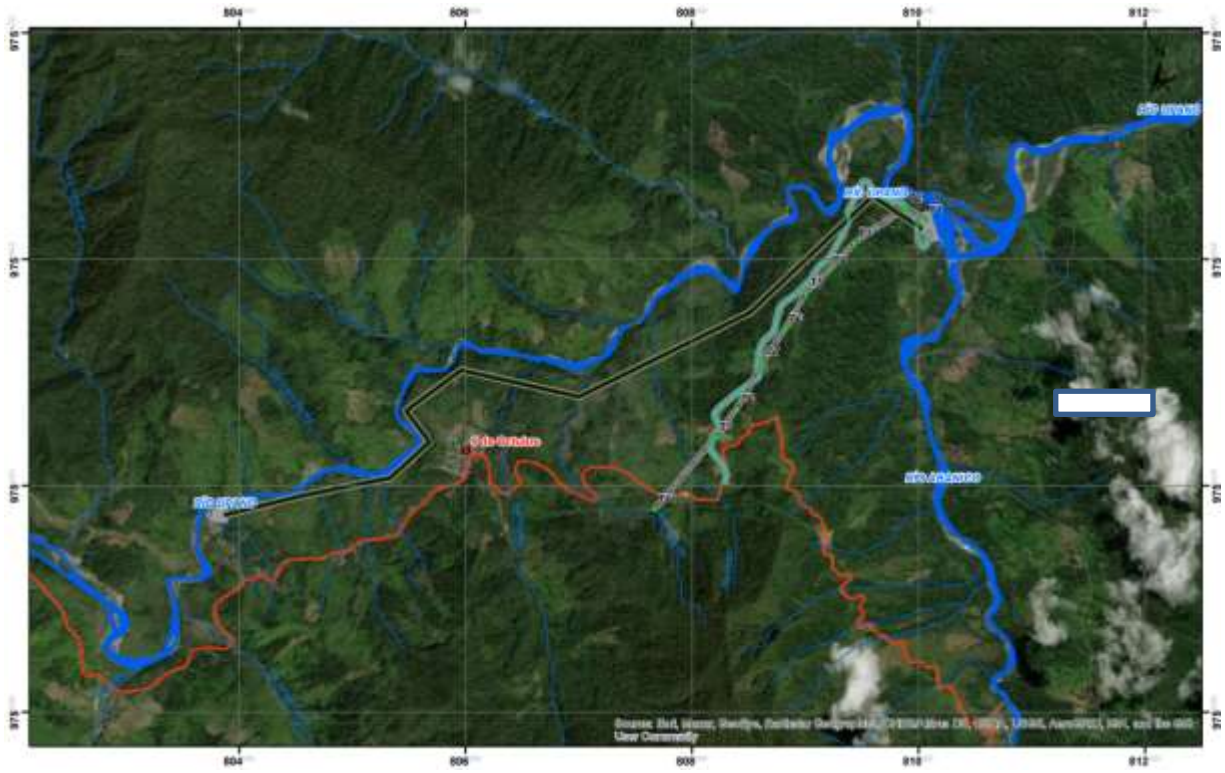


Figura 4. 24: Imagen satelital del área de implantación del PH Hidroquest
Fuente: Imagen Maxar, GeoEye, USDA, USGS, AeroGRID.
Elaboración: Equipo consultor

4.2.3.2 Uso de la cuenca

Las cuencas hidrográficas forman una parte importante de la sociedad. Dentro de esta delimitación geográfica es el escenario donde los seres humanos interactúan entre ellos y entre sus recursos naturales. Estas interacciones dentro de una cuenca hidrográfica crean sistemas (de forma social, ambiental y económico) que siempre están cumpliendo una función. Es decir, si algún evento sucede en algún lado de la cuenca es posible que las consecuencias se manifiesten en otro lugar, perjudicando a sus habitantes y la disponibilidad y calidad de los recursos naturales.

La cuenca hidrográfica del rio Upano alberga una gran cantidad de biodiversidades debidas a sus pisos altitudinales, parque Nacional Sangay, etc. Los planes de manejos de cuencas hidrográficas sirven como estrategias para tener una planificación y manejo que nos llevará a un desarrollo sustentable en el uso de los recursos hídricos.

Estos lineamientos ayudan a regular la actividad humana para mantener la calidad y cantidad de los recursos hídricos necesarios para nuestras actividades diarias, sea para uso doméstico, agricultura, turismo, generación hidroeléctrico etc.

La cuenca del río Upano hasta el sitio del proyecto se encuentra prácticamente inalterada, y la densidad poblacional es muy baja, en torno a 1 hab/km2 según la línea base (Hidrowarm, 2015a). En el segmento detraído la extracción de caudal

para aprovechamiento consuntivo es prácticamente insignificante, como demuestra la inexistencia de estructuras de captación que reporta la línea base. Por consiguiente, se asume que la extracción actual para usos antrópicos es nula a efectos prácticos (Proyecto HIDRONORMANDIA, Universidad de Valladolid 2017)

Dentro del área de estudio se identifican los siguientes usos o actividades productivas dentro de la Cuenca del Upano

- **Central Hidroeléctrica Normandía. -** Es una central de pasada sin reservorio de agua, está compuesto por el área de captación, conducción/tubería de baja presión, tubería de alta presión, paso subfluvial, casa de máquinas y la línea de transmisión.

  La evacuación de la energía producida en la central hidroeléctrica Normandía se realiza a través de una línea simple circuito a 230 KV, que sale de la subestación eléctrica de elevación de la central Hidronormandía, y llega a la torre 156, cubriendo una distancia de 85 km y que está compuesta por aproximadamente 171 torres.

  El Proyecto Hidroeléctrico Normandía y su L/T se encuentra en la parte sur de la Región Amazónica Ecuatoriana, dentro de la Subcuenca del Río Upano que forma parte del Sistema Hídrico del río Santiago, tiene una potencia instalada de 49,6 MW aproximadamente.

- **Concesiones mineras. -** En la siguiente tabla y mapa se muestran las áreas que actualmente están registradas o en trámite como concesión minera tanto metálica como no metálica, cerca del Área de influencia del proyecto hidroeléctrico Hidroquest.

NOMBRE CONCESIÓN	CODIGO CATASTRAL	UBICACIÓN PARROQUIA	REGIMEN	TIPO DE MATERIAL	SUPERFICIE	ESTADO
ALSHI 1 ALSHI 2	90000442 90000443	Alshi	Pequeña	No metálico	300 Ha 300 Ha	Inscrita
GADPMS NAYA UPANO	90000672 90000674	Alshi	Pequeña	Material de construcción	8 Ha 8 Ha	Trámite
ABANICO 1 ABANICO 2	102723 102724	Alshi	Pequeña	Metálico	90 Ha 99 Ha	Inscrita
SAN ISIDRO	90000444	San Isidro	Pequeña	No metálico	294 Ha	Inscrita
PLATINIUM GOLD	990008	Alshi	Artesanal	Metálico	6 Ha	Trámite
PRINCESITA	90000503	Alshi	Pequeña	Metálico	275 Ha	Trámite
LEO FERNANDEZ	90000059	Alshi	Artesanal	Metálico	6 Ha	

Tabla 4. 8: Concesiones mineras
Fuente: Geoportal de catastro minero
Elaboración: Equipo consultor

- **Agricultura y ganadería. -** La actividad económica principal de los pobladores del área del proyecto es la ganadería y en algunos casos la agricultura por lo cual se considera el uso de la cuenca para esta actividad.

4.2.3.3 Determinación de Caudales del río Upano en la zona del proyecto

El proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST, a desarrollarse sobre el río Upano, está diseñado para utilizar las aguas turbinadas por la central Normandía que viene operando desde septiembre de 2018. La captación se produce mediante un represamiento ubicado a unos 9 km aguas arriba de dicha central.

En principio, la captación de HIDROQUEST se contempló como una continuación del canal de restitución de la central Normandía, que fue construido con esa intención; sin embargo, la subcuenca intermedia entre la captación y la casa de máquinas de esta central puede aportar de manera significativa al caudal de diseño de HIDROQUEST y, por consiguiente, aumentar su potencia y producción de energía.

En este estudio se analizan los caudales característicos y curvas de duración general de la subcuenca intermedia ubicada entre la captación y la casa de máquinas de la central Normandía, con el objetivo de cuantificar el aporte de esta para el caudal de diseño de la central HIDROQUEST.

Para realizar el análisis precitado, se tomó como referencia el estudio hidrológico de la central Normandía, realizado por el Ing. Óscar Villacís en el año 2012. Adicionalmente, se cuenta con distintas fuentes de datos operativos y de mediciones en campo, incluyendo:

- La serie no continua de 37 años de caudales medios diarios entrantes al embalse Normandía, extraída de los análisis de producción de energía realizados por Nathan Associates durante el desarrollo del proyecto Normandía.
- La producción horaria de la central Normandía desde su inicio de operación en septiembre de 2018, e información confiable sobre caída y eficiencia medias que permiten definir el caudal turbinado correspondiente.
- Unos 10 pares de aforos puntuales realizados entre febrero de 2019 y junio de 2023 con el fin de validar el caudal en la cuenca intermedia.

Las cuencas del río Upano relevantes para este análisis son dos: la que alimenta la represa Normandía y la que se ubica entre la captación y la casa de máquinas de dicha central. La primera, de acuerdo con el estudio realizado por el Ing. Óscar Villacís, tiene una extensión de 396 km2; mientras que la segunda consiste a su vez en siete subcuencas tributarias que generan tres cursos de agua sobre la margen izquierda (Tarje, Agua Sucia y Normandía) y cuatro cursos de agua sobre la margen derecha (Retiro, Cungusha, Salado Grande y Salado Chico), con una extensión total de 93 km2.

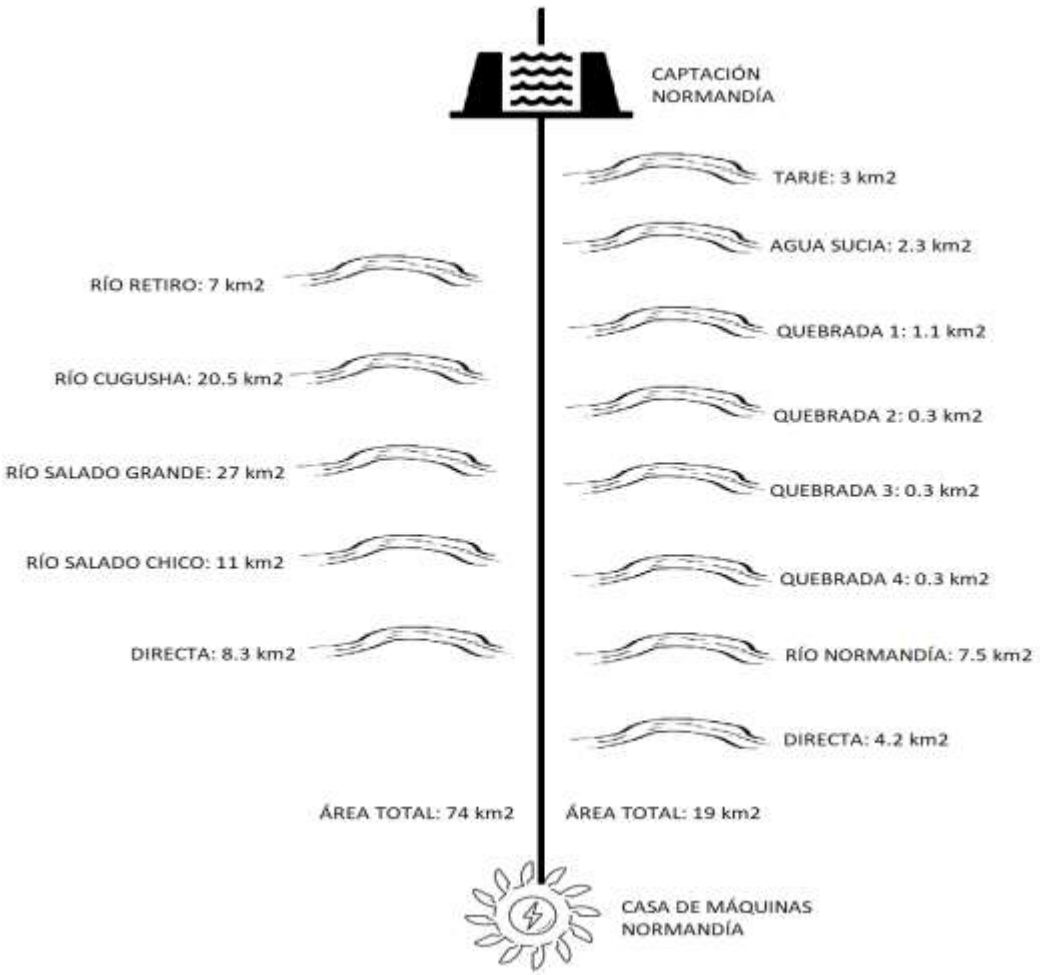


Figura 4. 25: Subcuencas tributarias al río Upano, ubicadas entre la captación y la casa de máquinas de la central Normandía.
Fuente: HIDROQUEST

Como es natural, la cuenca intermedia aportante tiene una elevación promedio inferior a la de la cuenca de la captación de la central Normandía. La represa de captación se encuentra aproximadamente a 1.800 m.s.n.m. mientras que la casa de máquinas de Normandía se encuentra aproximadamente a 1.590 m.s.n.m. Lo anterior podría tener alguna influencia en el escurrimiento unitario medio de cada cuenca, sin embargo, en el estudio del Ing. Óscar Villacís se establece que la precipitación en esta región del Ecuador es relativamente constante y se aproxima a 3.000 mm/año en una franja de entre los 1.800 y los 2.000 m.s.n.m. de elevación.

De lo anterior se puede establecer que, si bien los caudales horarios o instantáneos pueden tener diferencias debidas a los tiempos de concentración de la precipitación, el caudal a largo plazo por unidad de área de cuenca será constante.

Para la obtención los caudales aportantes de la subcuenca intermedia entre la captación y la casa de máquinas de la central Normandía se tomó como base de datos de referencia la serie histórica de 37 años (entre los años 1963 a 1998 y 2010 a 2013) utilizada en los cálculos de producción de la central Normandía. Se

denomina a esta como "Serie Base Normandía". Los pasos por seguir se describen a continuación:

- Se verifica que la Serie Base Normandía no muestre tendencias a un cambio progresivo de caudales medios mensuales durante su extensión. Eso pudiera indicar la necesidad de ajustar la serie para una disminución o aumento de caudal a largo plazo.

- Se utiliza la serie de caudales turbinados (setiembre 2018 a junio 2023) para desarrollar un patrón de caudal turbinado llamada serie "Patrón Turbinado".

- Se analizan los caudales turbinados por Normandía durante los 58 meses entre setiembre 2018 y junio 2023, cotejándolos con la estadística de la Serie Base Normandía para establecer que son compatibles con los caudales de entrada al embalse. Esto solo se puede hacer en forma estadística porque la Serie Base Normandía termina en 2013 y la de caudales turbinados comienza en 2018. Con esto se busca establecer que los caudales turbinados por Normandía durante cada mes están dentro del rango de caudales de la Serie Base Normandía.

- Para verificar que no haya tendencias de cambio de caudal a largo plazo se realizó un análisis de curva de masa que consiste en dibujar el volumen de los caudales acumulados en los 37 años de registro y observar si hay una tendencia a desviarse de lo que debería ser una línea recta si el caudal fuera perfectamente constante.

- Se puede ver en la siguiente figura que las desviaciones de la curva de caudales acumulados por encima y por debajo de la línea recta roja (interpolación lineal), no reflejan una tendencia a aumentar o disminuir a largo plazo y permiten establecer la estabilidad del caudal natural.

En la siguiente figura se puede observar que los caudales promedio turbinados por Normandía, durante cada mes del año, están dentro del rango de los caudales de la Serie Base Normandía. Nótese que el caudal histórico promedio del río Upano es siempre superior al caudal turbinado.

Como corolario de lo mencionado en los párrafos precedentes, se puede decir que la serie histórica de caudales disponibles en la captación de la central Normandía "Serie Base Normandía" es estadísticamente adecuada para la determinación de los aportes de la subcuenca aportante intermedia, utilizando el método de correlación de áreas de drenaje

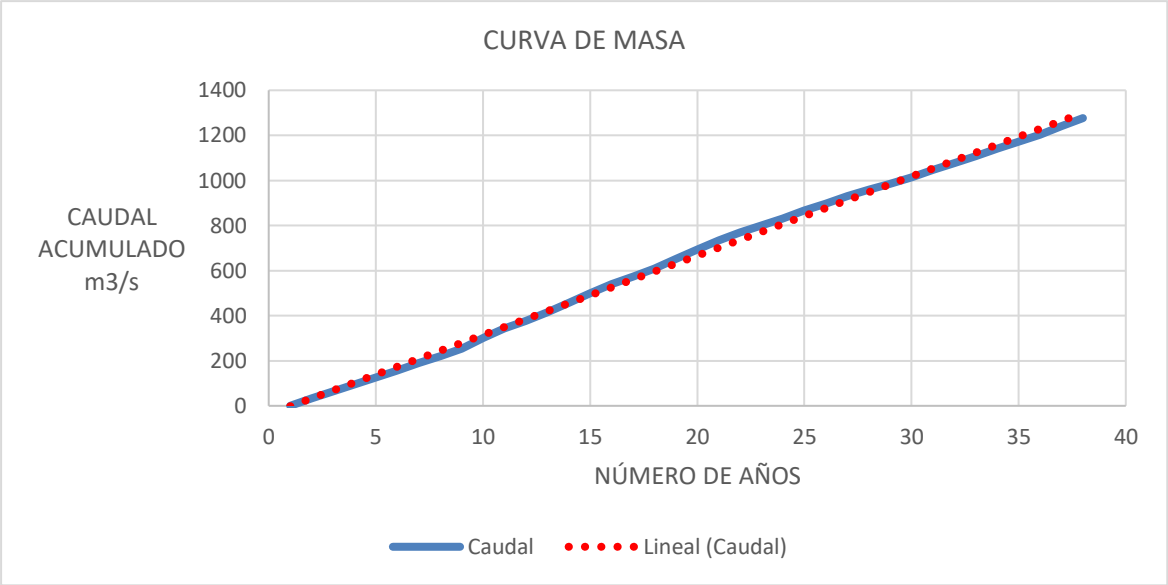


Figura 4. 26: Curva de masa de la serie histórica de 37 años, correspondiente a los caudales disponibles en la captación de la central Normandía.
Fuente: HIDROQUEST

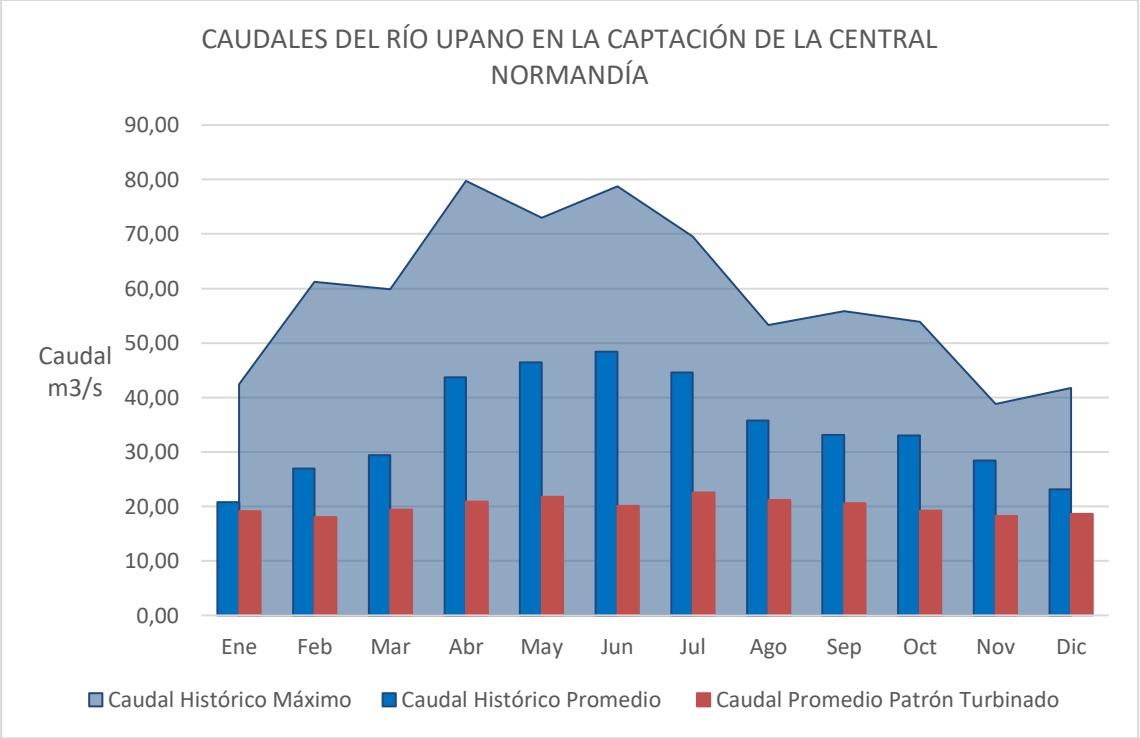


Figura 4. 27: Verificación del caudal turbinado versus los caudales de la serie histórica base
Fuente: HIDROQUEST

4.2.3.4 Validación de las áreas de drenaje utilizando aforos en sitio

El objetivo de esta sección es validar, mediante datos de aforos tomados en campo, la superficie de las áreas de drenaje que se mencionan en el estudio hidrológico del Ing. Óscar Villacís:

- Área de drenaje en la captación de la central Normandía: 396 km^2.
- Área de drenaje en la descarga de la central Normandía: 489 km^2.

- Área de drenaje en la subcuenca intermedia entre la captación y la descarga de la central Normandía: 93 km2.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de 10 pares de aforos realizados entre febrero de 2019 y junio de 2023; cada par consiste en un aforo inmediatamente aguas arriba de la captación de la central Normandía y otro inmediatamente aguas debajo de la descarga de esta misma central. La fecha corresponde al aforo en captación, siendo el aforo en descarga realizado al día siguiente.

Para cada par de aforos se calcularon tres relaciones:

- Qi/Qc = relación entre caudal intermedio (Qi) y caudal en captación (Qc). Por relación de cuencas se esperaría un cociente de 0.23 (93 km^2/396 km^2).
- Qi/Qd = relación entre caudal intermedio (Qi) y caudal en descarga (Qd). Por relación de cuencas se esperaría un cociente de 0.19 (93 km^2/489 km^2).
- Qi/Qcd=relación entre caudal intermedio (Qi) y caudal promedio entre captación y descarga (Qcd). Por relación de cuencas se esperaría un cociente de 0.21

Par de Aforos	Fecha	Caudal Captación Qc	Caudal Descarga Qd	Caudal Intermedio Qi = Qd-Qc	Caudal Promedio entre Captación y Descarga Qcd	Qi/Qc	Qi/Qd	Qi/Qcd
1	6/29/2023	93.02	140.13	47.11	116.58	0.51	0.34	0.40
2	2/16/2022	11.74	19.06	7.32	15.40	0.62	0.38	0.48
3	11/6/2021	24.76	34.06	9.30	29.41	0.38	0.27	0.32
4	8/5/2021	23.52	32.53	9.01	28.03	0.38	0.28	0.32
5	3/6/2021	29.73	41.47	11.74	35.60	0.39	0.28	0.33
6	12/9/2020	23.05	30.2	7.15	26.63	0.31	0.24	0.27
7	9/17/2020	20.67	27.53	6.86	24.10	0.33	0.25	0.28
8	6/2/2020	24.73	39.62	14.89	32.18	0.60	0.38	0.46
9	11/23/2019	31.02	42.88	11.86	36.95	0.38	0.28	0.32
10	2/27/2019	20.22	30.54	10.32	25.38	0.51	0.34	0.41
OBSERVADO						**0.44**	**0.30**	**0.36**
ESPERADO						**0.23**	**0.19**	**0.21**
OBSERVADO/ESPERADO						**192%**	**159%**	**171%**

Tabla 4. 9: Validación de las áreas de drenaje con los datos de aforos en sitio
Fuente: HIDROQUEST

En la tabla anterior se observa que el promedio de los cocientes aplicados a los caudales observados en los aforos supera ampliamente a los cocientes teóricos esperados de la relación de las áreas de drenaje correspondientes.

El cociente relevante para el análisis es Qi/Qc, que mide el aporte intermedio con relación al caudal entrante a la captación de la central Normandía. De acuerdo con los aforos realizados en sitio, la relación Qi/Qc promedia 0.44, cuando lo esperado teóricamente era 0.23; en otras palabras, la relación teórica de las áreas de

drenaje entre la captación y la subcuenca aportante intermedia es conservadora con respecto a lo que se obtuvo de los aforos en sitio.

En la siguiente figura se observa que la muestra estadística surgida a partir de los aforos tomados en sitio tiene una dispersión que es estadísticamente adecuada; nótese que la relación entre el caudal de la subcuenca intermedia aportante y el caudal entrante a la captación de la central Normandía es, en seis de los diez pares de aforos, de entre el 30% y 40%; mientras que en los cuatro pares de aforos restantes dicha relación está entre el 50% y el 60%.

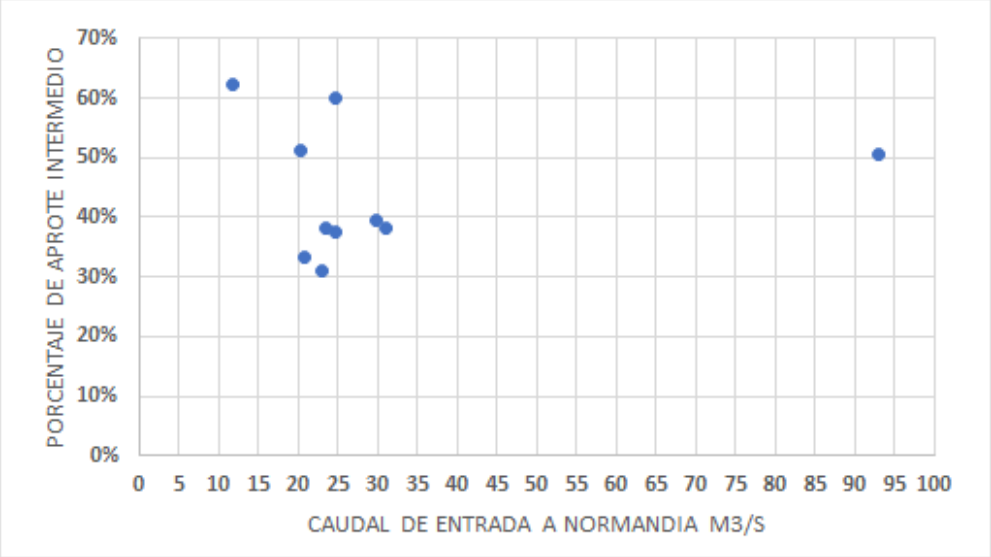


Figura 4. 28: Validación de la relación entre áreas de drenaje, sobre la base de aforos en sitio
Fuente: HIDROQUEST

4.2.3.5 Obtención de caudales de la cuenca intermedia aportante

De acuerdo con el estudio hidrológico realizado por el Ing. Óscar Villacís, la relación de áreas de drenaje de la subcuenca intermedia entre la captación y la casa de máquinas de la central Normandía y la captación de dicha central es igual a:

$$Factor\ de\ Correlación = \frac{Área\ subcuenca\ intermedia}{Área\ cuenca\ de\ captación} = \frac{93\ km^2}{396\ km^2} = 0.23$$

La correlación del 23% entre las áreas de drenaje es conservadora, si se compara con los resultados de los aforos realizados en sitio; es decir, de acuerdo con los aforos, el aporte de la subcuenca intermedia sería aún mayor de lo esperado teóricamente.

Considerando lo mencionado anteriormente, es estadísticamente viable, e incluso conservador, obtener los aportes de la subcuenca intermedia afectando por un porcentaje del 23 % a la serie de caudales disponibles en la captación de la central Normandía.

Utilizando el método señalado anteriormente se obtienen las curvas de duración general de la subcuenca intermedia aportante entre la captación y la casa de máquinas de la central Normandía, cuyas características se muestran en las siguientes figuras.

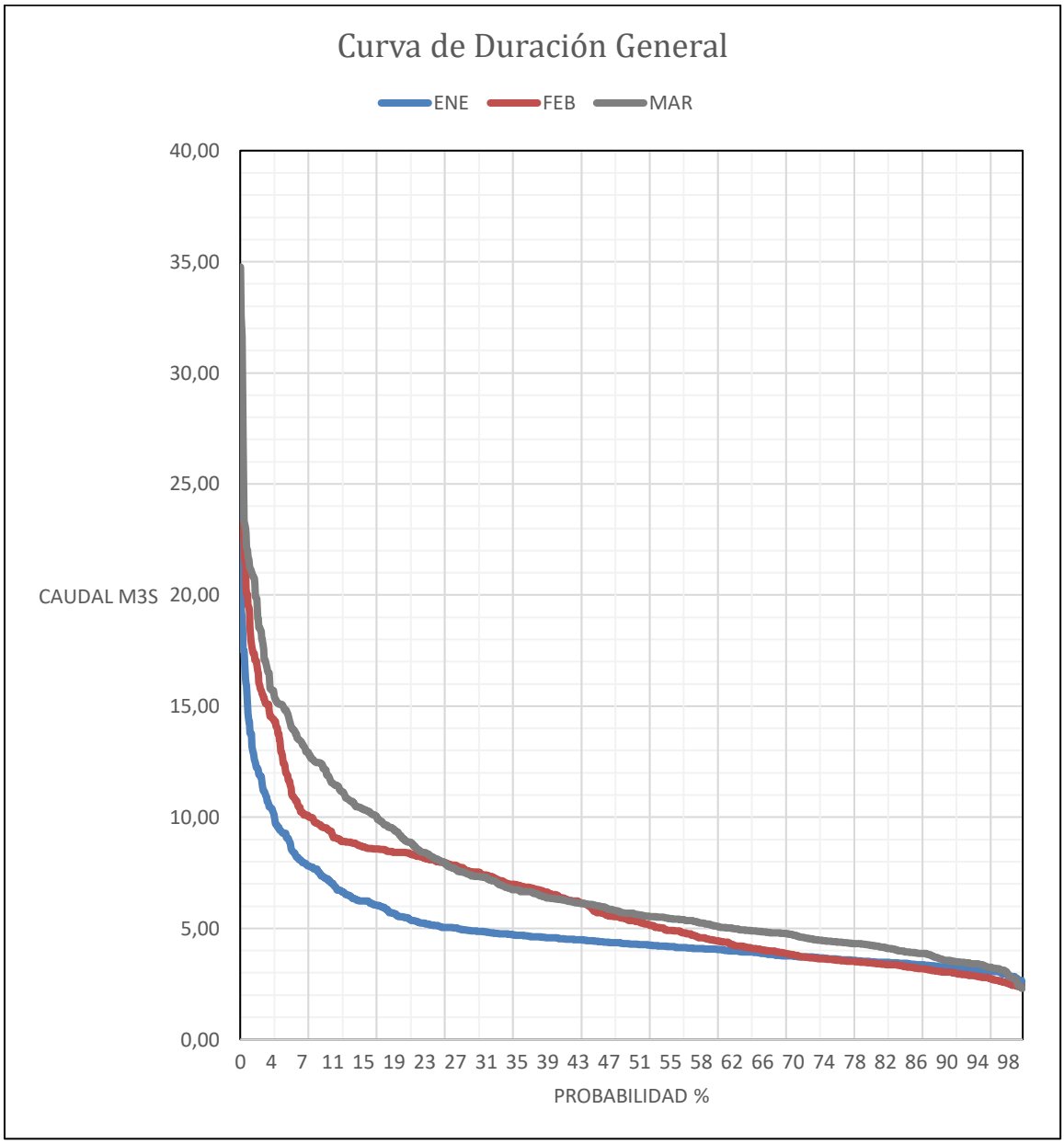


Figura 4. 29: Curva de duración general de la subcuenca intermedia aportante entre la captación y la casa de máquinas de la central Normandía. Primer trimestre del año.
Fuente: HIDROQUEST

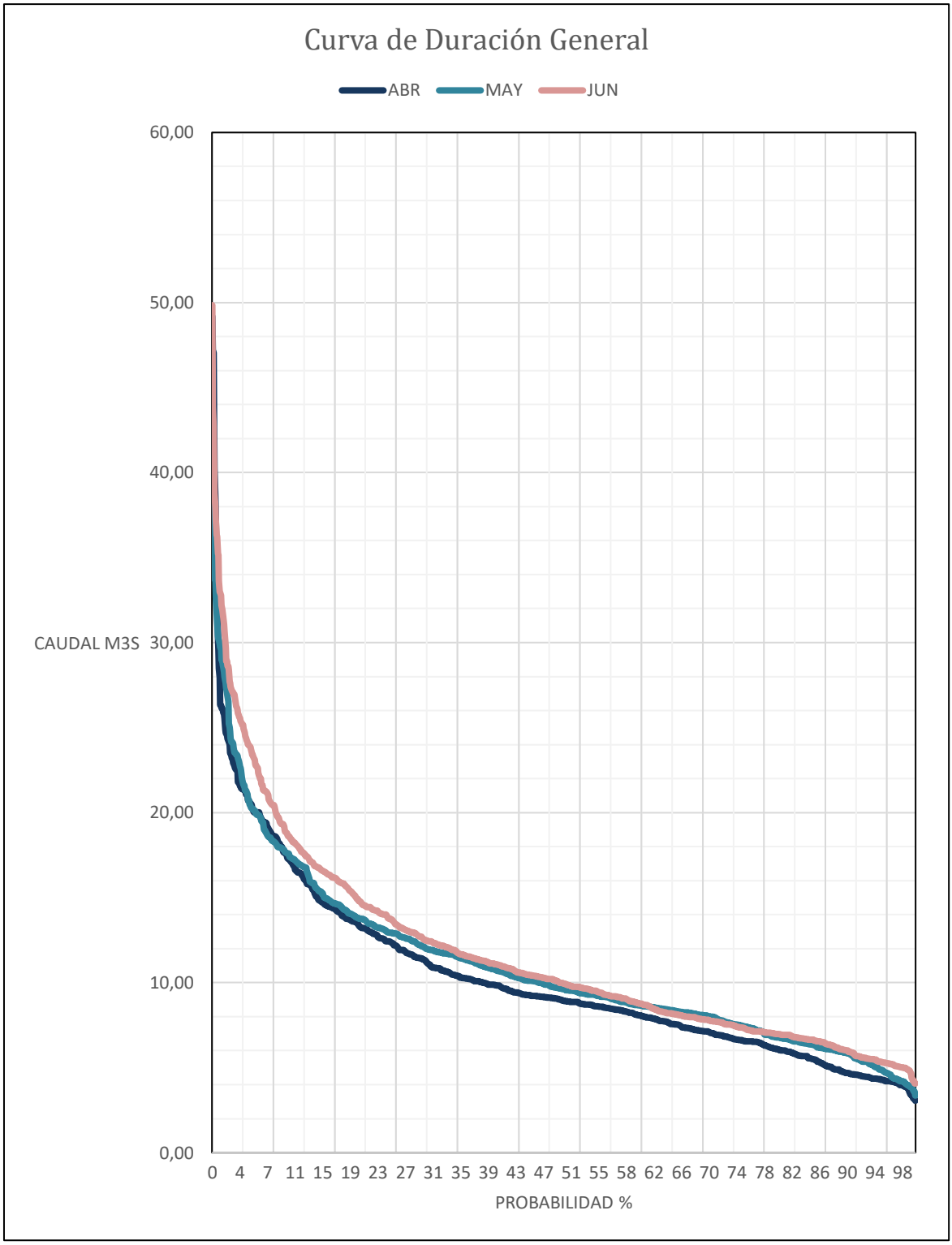


Figura 4. 30: Curva de duración general de la subcuenca intermedia aportante entre la captación y la casa de máquinas de la central Normandía. Segundo trimestre del año.
Fuente: HIDROQUEST

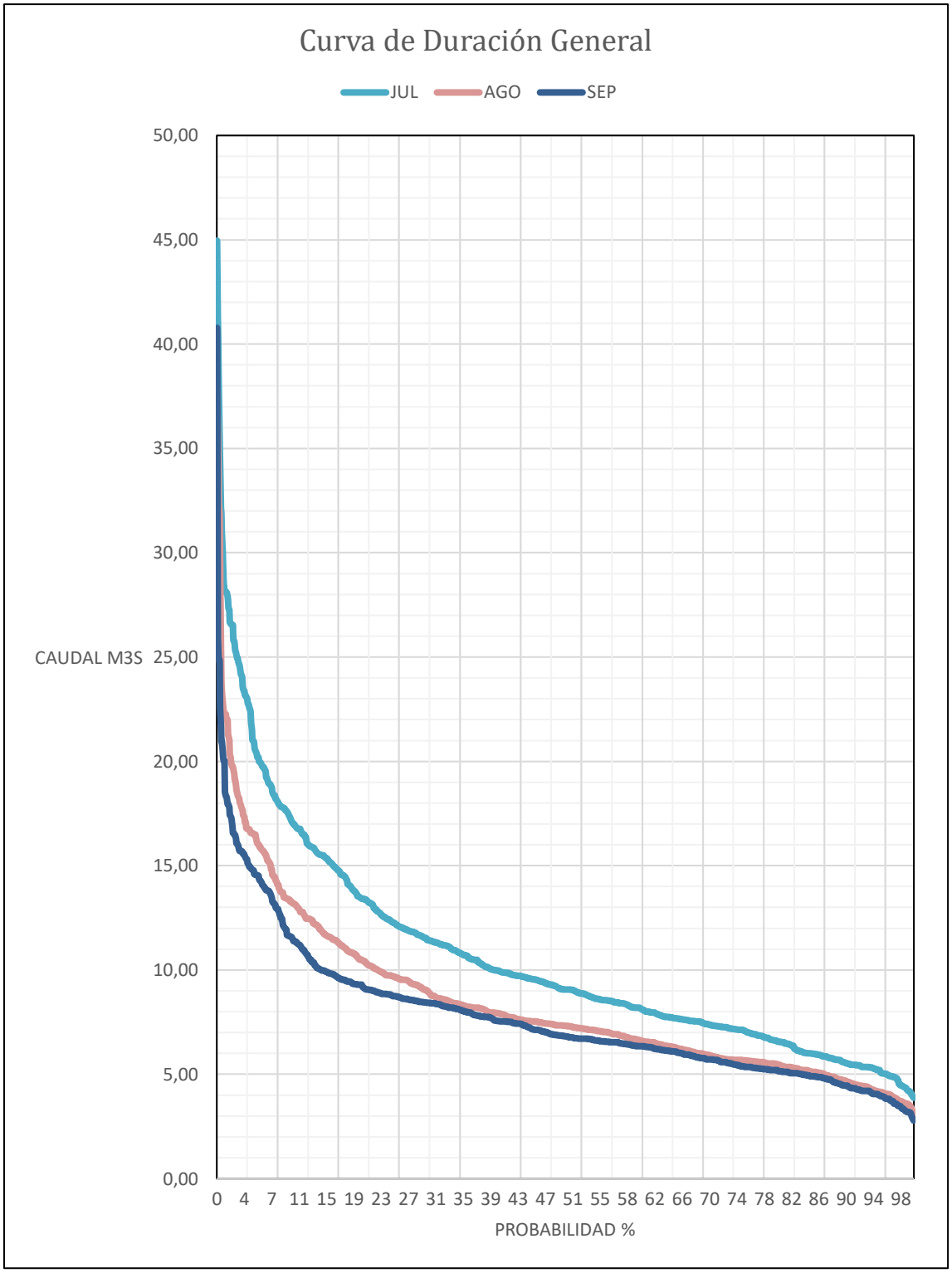


Figura 4. 31: Curva de duración general de la subcuenca intermedia aportante entre la captación y la casa de máquinas de la central Normandía. Tercer trimestre del año.
Fuente: HIDROQUEST

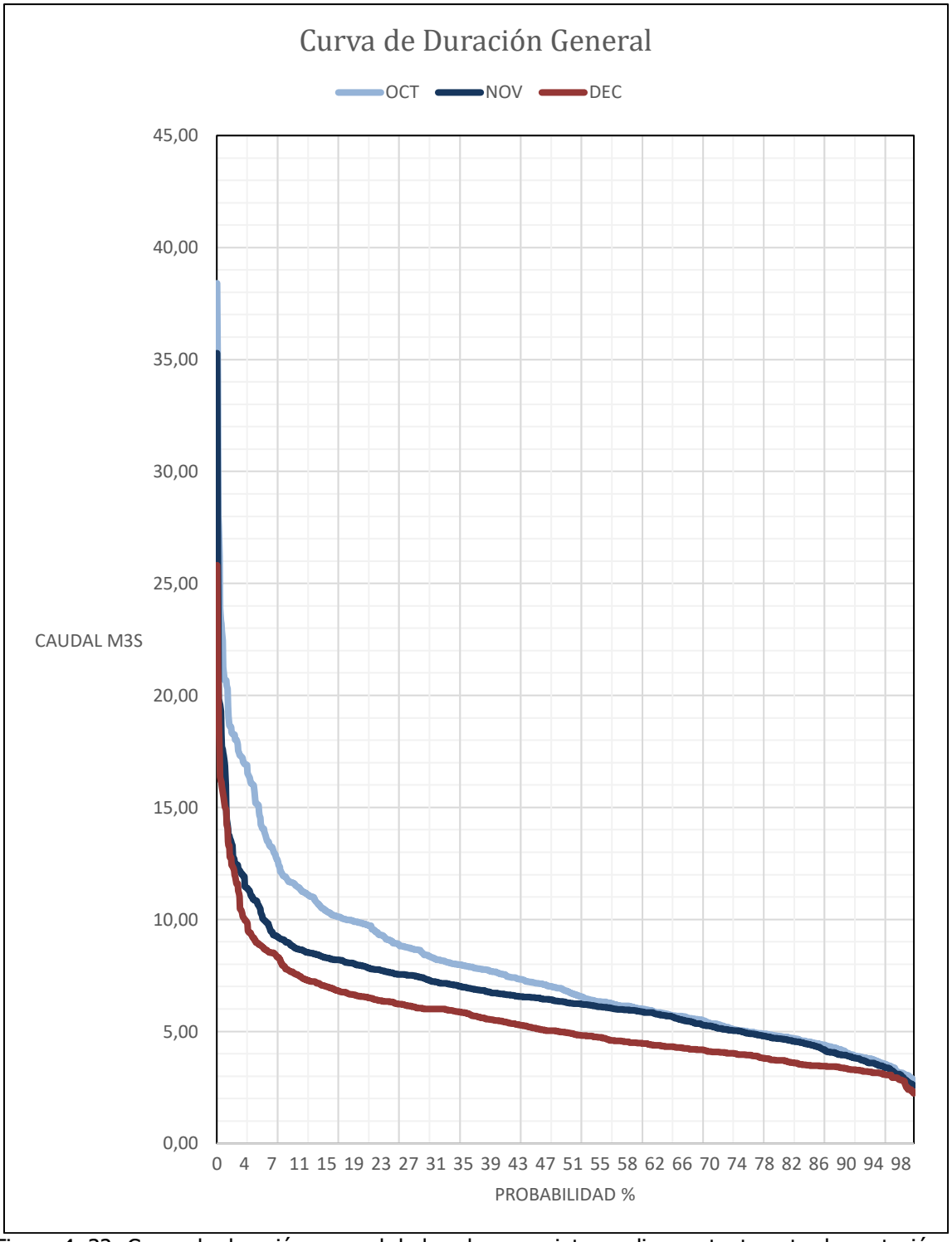


Figura 4. 32: Curva de duración general de la subcuenca intermedia aportante entre la captación y la casa de máquinas de la central Normandía. Cuarto trimestre del año.
Fuente: HIDROQUEST

De las curvas de duración general mostradas anteriormente, se obtiene el cuadro de caudales característicos que se muestran en la siguiente tabla:

CDG CAUDALES CUENCA INTERMEDIA CAPTACIÓN - CASA DE MÁQUINAS NORMANDÍA (93 km²) [m³/s]													
Probabilidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DEC	Promedio Anual
Q90	3.25	3.03	3.57	4.72	5.90	6.03	5.59	4.72	4.46	4.13	3.95	3.36	4.39
Q80	3.52	3.47	4.28	6.11	6.80	7.00	6.62	5.50	5.19	4.82	4.70	3.72	5.14
Q70	3.76	3.85	4.74	7.14	8.08	7.83	7.42	5.97	5.75	5.47	5.26	4.16	5.79
Q60	4.06	4.51	5.18	8.19	8.72	8.86	8.20	6.69	6.37	6.06	5.93	4.49	6.44
Q50	**4.29**	**5.36**	**5.68**	**8.95**	**9.63**	**9.95**	**9.07**	**7.33**	**6.83**	**6.83**	**6.32**	**4.96**	**7.10**
Q40	**4.57**	**6.53**	**6.34**	**9.89**	**10.80**	**11.13**	**9.98**	**7.94**	**7.59**	**7.65**	**6.72**	**5.49**	**7.89**
Q30	4.89	7.54	7.35	11.38	12.12	12.61	11.55	9.04	8.44	8.41	7.35	5.99	8.89
Q20	5.61	8.42	9.36	13.61	14.00	15.29	13.74	10.71	9.33	9.89	7.98	6.61	10.38
Q10	7.54	9.70	12.45	17.97	17.90	19.33	17.62	13.44	11.93	11.84	8.98	7.77	13.04
Promedio	**4.95**	**6.24**	**7.03**	**10.30**	**10.96**	**11.59**	**10.60**	**8.39**	**7.70**	**7.69**	**6.62**	**5.47**	**8.13**

Tabla 4. 10: Caudales característicos de la subcuenca intermedia aportante, situada entre la captación y la casa de máquinas de la central Normandía
Fuente: HIDROQUEST

4.2.3.6 Caudales disponibles para HIDROQUEST

Los caudales disponibles en la captación del proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST se obtienen de la suma de los caudales disponibles en la captación de la central Normandía y los caudales aportantes de la subcuenca intermedia ubicada entre la captación y la casa de máquinas de dicha central.

En la siguiente tabla se muestran los caudales característicos disponibles en la captación del proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST, y en la figura se muestra la curva de duración general. Nótese que el caudal promedio anual disponible en la toma de HIDROQUEST es de 42,73 m^3/s.

CDG CAUDALES CAPTACIÓN HIDROQUEST (489 km²) [m³/s]													
Probabilidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	Promedio Anual
Q90	17.09	15.93	18.77	24.82	30.99	31.68	29.39	24.80	23.46	21.72	20.75	17.66	23.09
Q80	18.52	18.24	22.47	32.11	35.77	36.80	34.82	28.91	27.29	25.31	24.70	19.57	27.04
Q70	19.76	20.25	24.94	37.54	42.48	41.18	39.02	31.37	30.25	28.77	27.67	21.87	30.42
Q60	21.36	23.70	27.23	43.03	45.84	46.55	43.10	35.19	33.46	31.86	31.20	23.59	33.84
Q50	**22.58**	**28.15**	**29.88**	**47.05**	**50.63**	**52.31**	**47.67**	**38.53**	**35.90**	**35.92**	**33.22**	**26.06**	**37.32**
Q40	**24.05**	**34.33**	**33.34**	**51.99**	**56.75**	**58.49**	**52.48**	**41.73**	**39.89**	**40.23**	**35.32**	**28.84**	**41.45**
Q30	25.68	39.64	38.65	59.82	63.72	66.31	60.71	47.54	44.36	44.21	38.65	31.51	46.73
Q20	29.51	44.28	49.19	71.54	73.60	80.39	72.24	56.31	49.02	51.99	41.97	34.77	54.57
Q10	39.64	51.00	65.45	94.47	94.09	101.63	92.61	70.63	62.73	62.24	47.21	40.87	68.55
Promedio	**26.03**	**32.82**	**36.94**	**54.16**	**57.62**	**60.91**	**55.72**	**44.13**	**40.50**	**40.43**	**34.79**	**28.74**	**42.73**

Tabla 4. 11: Caudales característicos disponibles para la captación del proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST
Fuente: HIDROQUEST

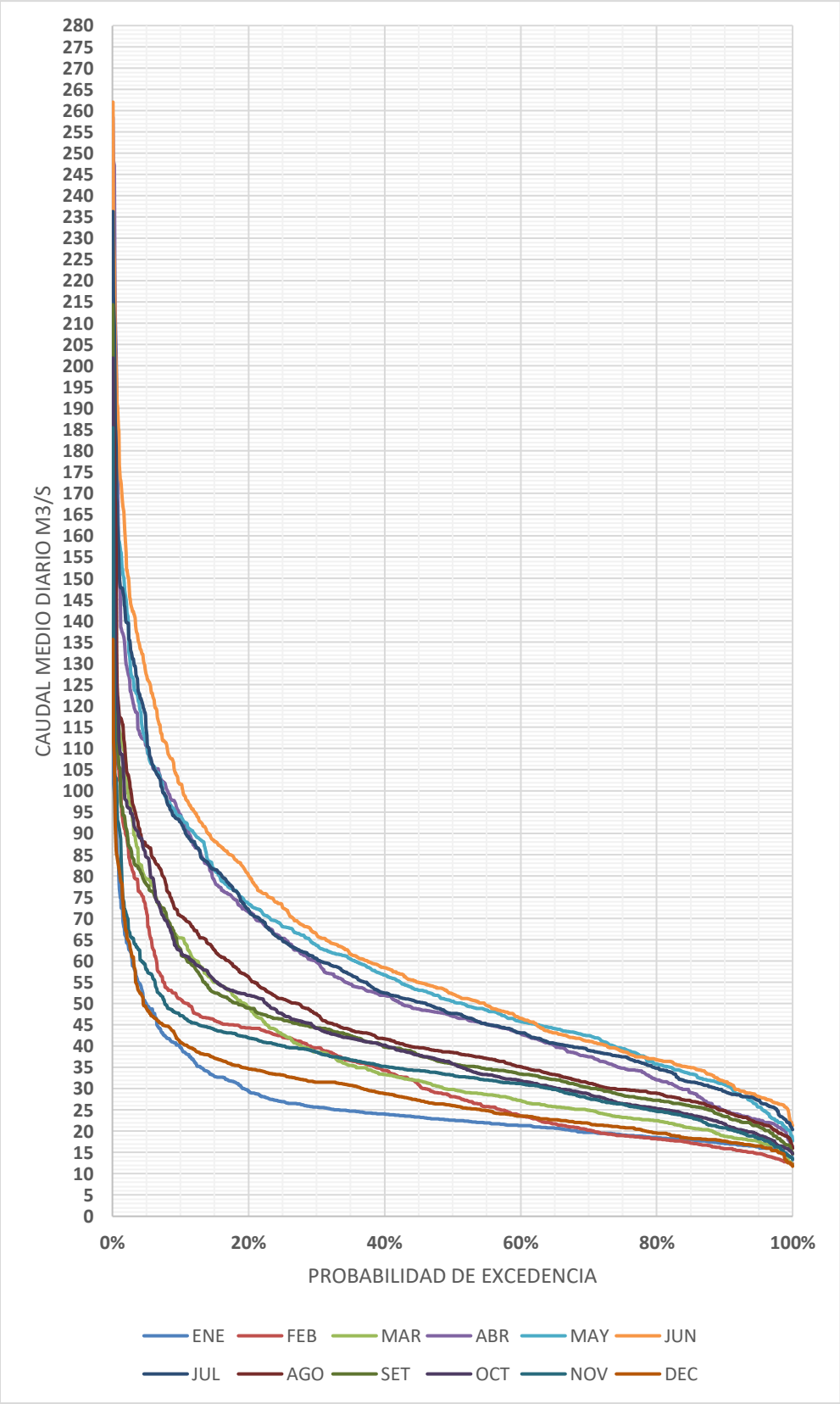


Figura 4. 33: Curva de duración general de los caudales disponibles para la captación del proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST
Fuente: HIDROQUEST

4.2.4 CALIDAD DE AGUA

El área del proyecto se encuentra en la microcuenca de drenajes menores del Río Upano que es parte de la Subcuenca del Río Upano que pertenece a la Cuenca del Río Santiago.

El proyecto estará comprendido por las siguientes obras principales: captación o interconexión, conducción, casa de máquinas y línea de transmisión. El proyecto se encuentra aledaño al Río Upano, en el tramo por donde cruza el proyecto no hay afluentes al río Upano de interés a excepción del río Abanico cercano a donde se ubicará Casa de Máquinas.

Para la caracterización de la calidad de agua se ha tomado en cuenta los siguientes puntos de muestreo:

- Punto de interconexión aguas arriba y debajo de la Casa de Máquinas de Hidronormandía (junio 2021).

- Punto de muestreo en el curso del río Upano cercano a la línea de conducción, a la altura de la población de 9 de Octubre.

- Dos puntos de muestreo aguas arriba y abajo del sitio donde se ubicaría la Casa de Máquinas del proyecto HIDROQUEST.

A continuación, se describen las coordenadas de los puntos de muestreo:

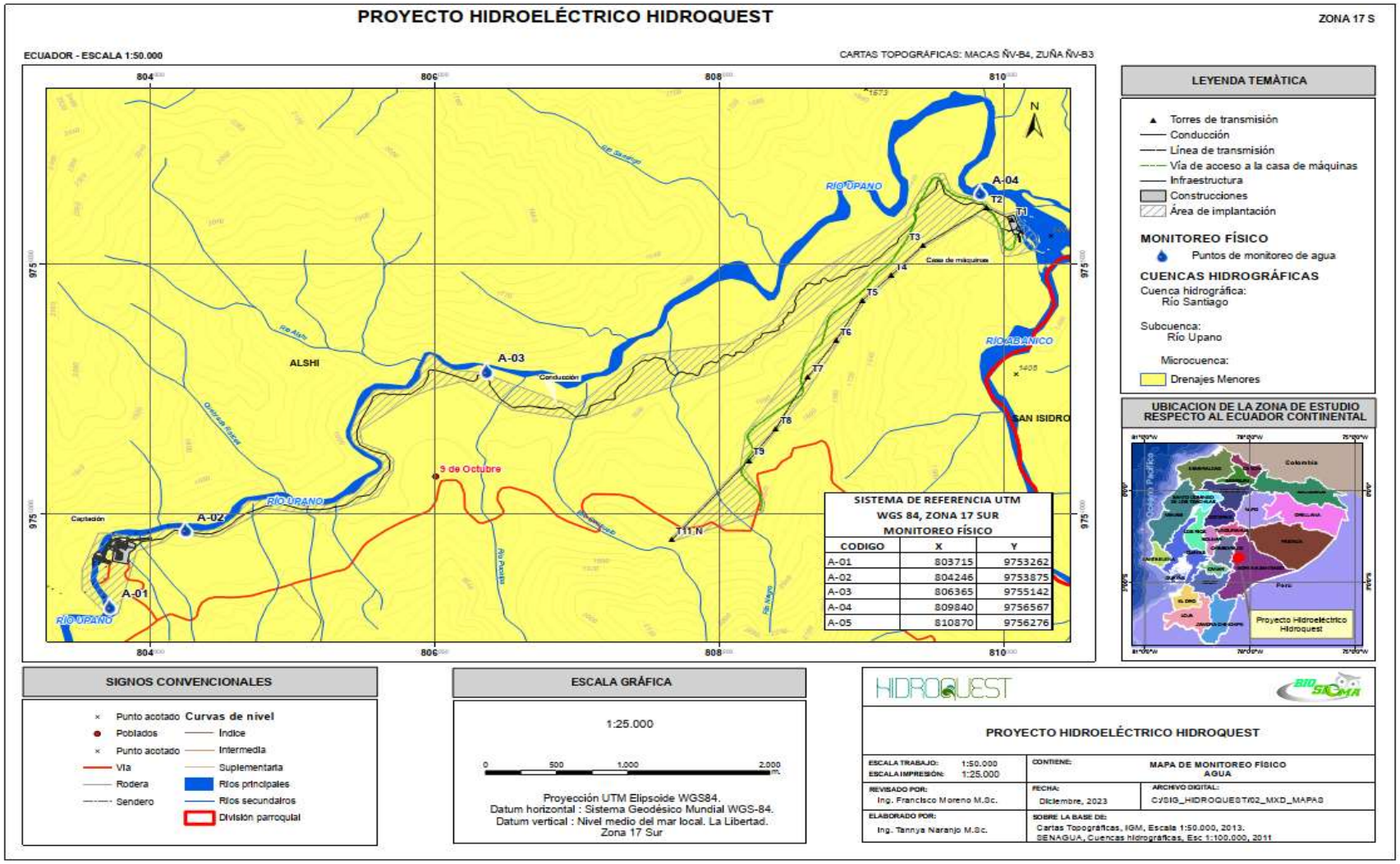
Punto de muestreo	Coordenadas	
	X	Y
Aguas arriba CM Normandía	803715	9753262
Aguas abajo CM Normandía	804246	9753875
Conducción	806365	9755142
Aguas arriba CM Hidroquest	809840	9756567
Aguas abajo CM Hidroquest	810870	9756276

Tabla 4. 12: Puntos de Muestreo Agua Superficial
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Figura 4. 34: Muestreo de agua en el sitio de captación o interconexión

Figura 4. 35: Muestreo de agua en el sitio de línea de conducción

Figura 4. 36: Muestreo de agua en el sitio de casa de máquinas



Mapa 4. 7: Mapa de puntos de muestreo de agua
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Para la colección de las muestras se procedió en conformidad con los protocolos sugeridos por la EPA, y especificadas en el respectivo protocolo de muestreo del laboratorio HAVOC, acreditado por el SAE, responsable del muestreo y análisis de laboratorio.

Para la caracterización de calidad de agua se utilizó el índice de calidad de agua ICA, que es un valor numérico que representa un estimado de la calidad del agua superficial en un punto determinado de un cuerpo de agua. El valor obtenido depende de los parámetros más representativos, que para el presente caso basa el análisis en la propuesta realizada por Brown y publicada por la Fundación Nacional de Saneamiento de USA en 1970.

El valor del ICA se determina a partir de los valores medidos de los siguientes parámetros:

- Aluminio
- Coliformes Fecales
- DBO5
- Fosfatos
- Hierro
- Nitratos
- Oxígeno disuelto
- Potencial Hidrógeno
- Sólidos Disueltos
- Turbidez
- Diferencia de temperatura

El índice ICA se obtiene mediante la siguiente expresión:

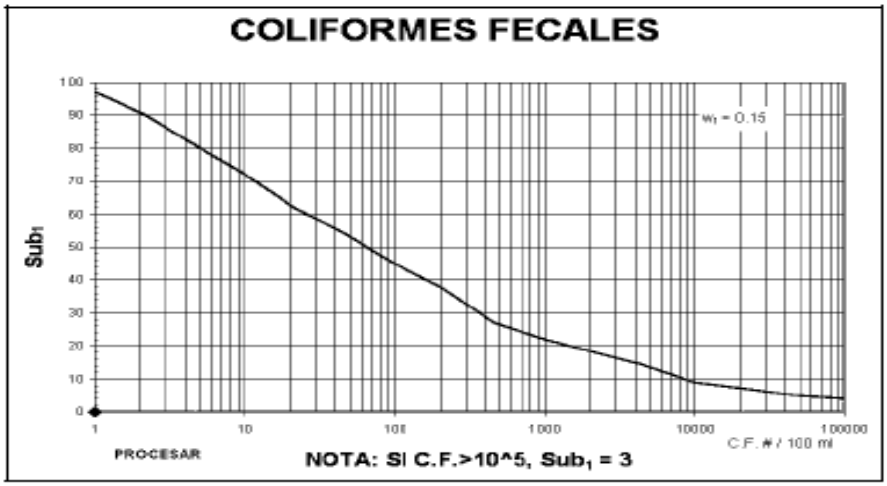
$$ICA_m = \prod_{i=1}^{9} \left(Sub_i^{W_i} \right)$$

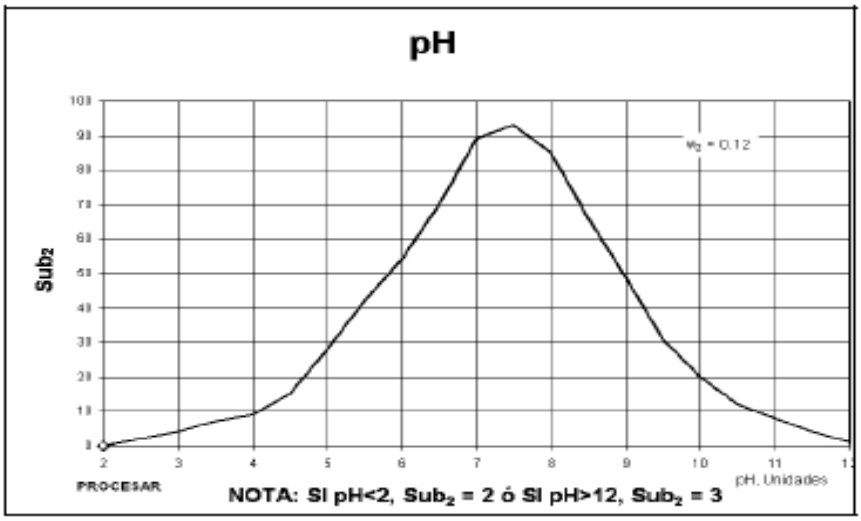
Donde:

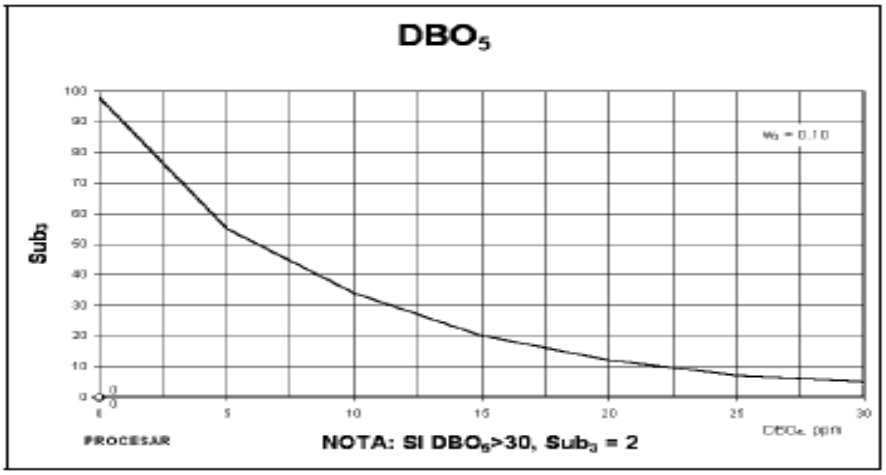
- **Sub_i:** Subíndice del parámetro i. Este valor se encuentra en tablas o por análisis numéricos
- **W_i:** Peso relativo de cada parámetro i, ponderados entre 0 y 1, la sumatoria de todos los Wi debe ser igual a 1

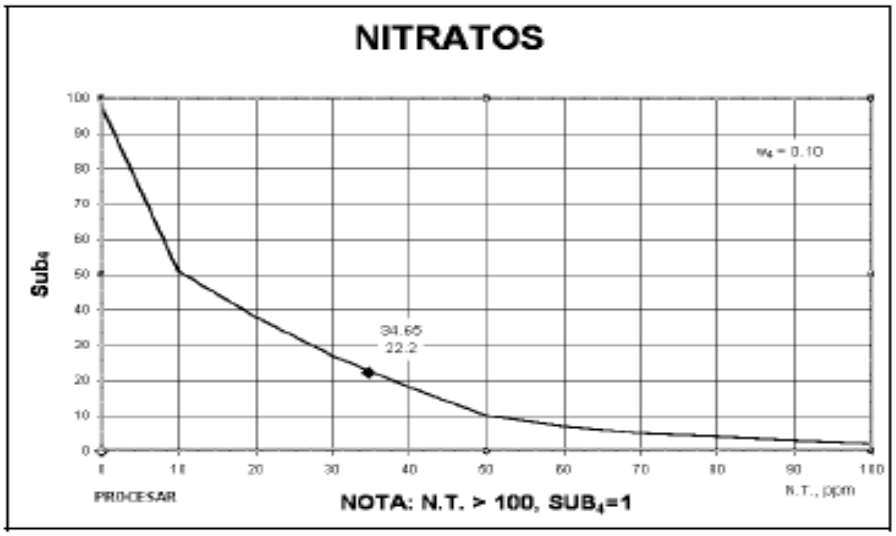
En la presentación de resultados se detalla el cálculo del ICA para cada uno de los 5 puntos de muestreo del presente estudio.

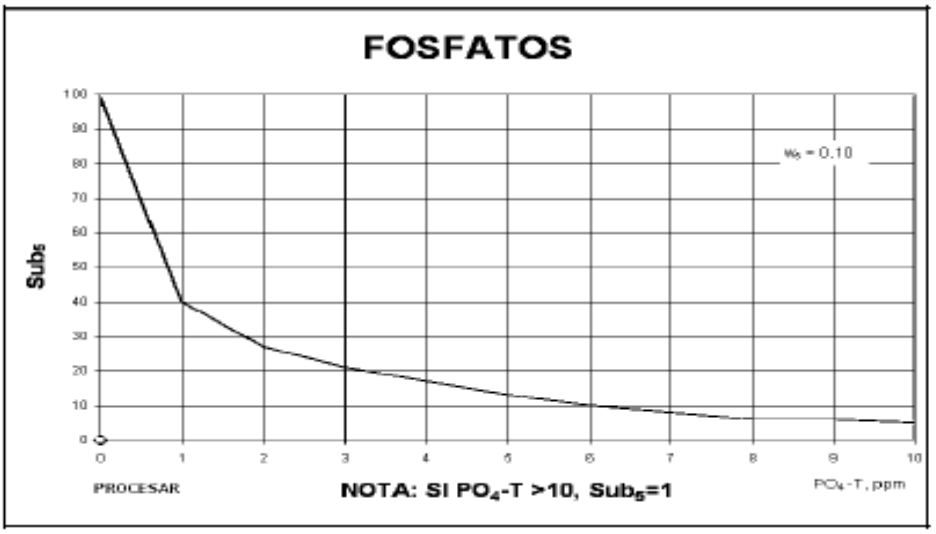
En las siguientes figuras se detalla las tablas utilizadas para obtener la valoración de los subíndices de cada parámetro:

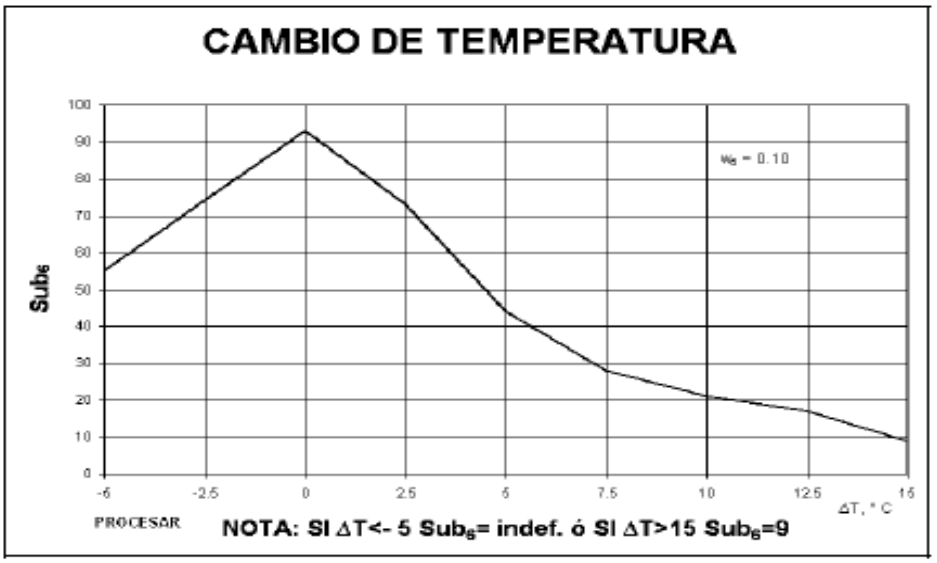

COLIFORMES FECALES
Sub1
w1 = 0.15
PROCESAR
C.F. # / 100 ml
NOTA: SI C.F.>10^5, Sub1 = 3

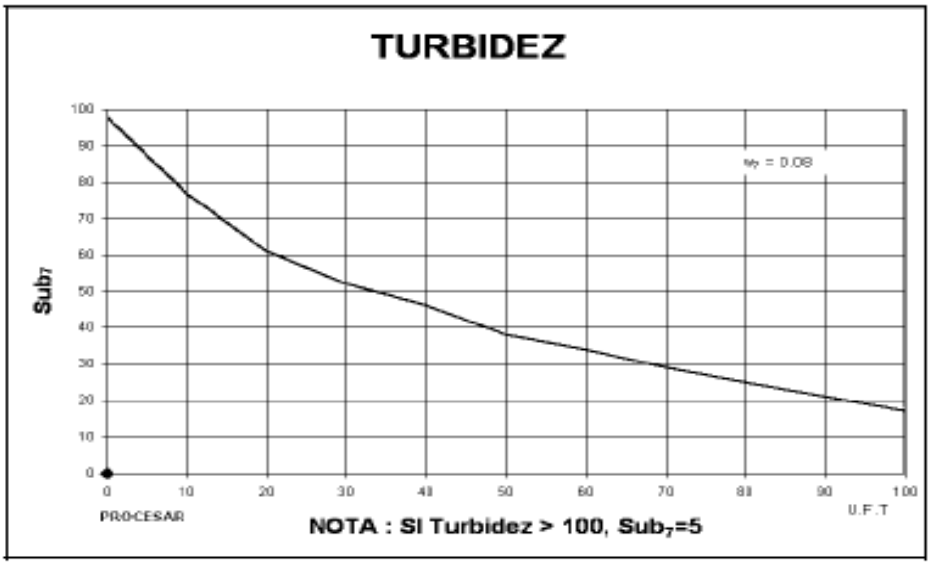

pH
Sub2
w2 = 0.12
PROCESAR
pH, Unidades
NOTA: SI pH<2, Sub2 = 2 ó SI pH>12, Sub2 = 3

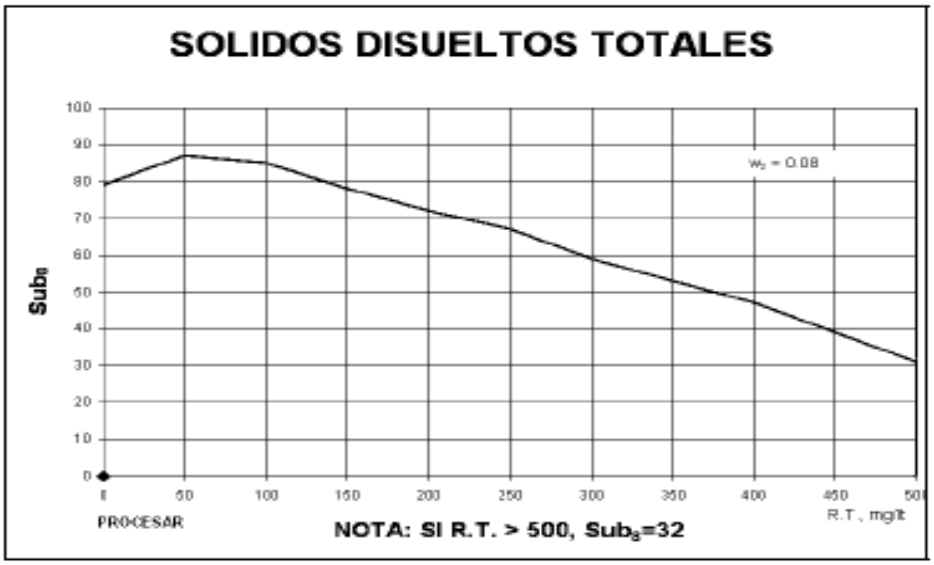

DBO5
Sub3
w3 = 0.10
PROCESAR
DBO5, ppm
NOTA: SI DBO5>30, Sub3 = 2

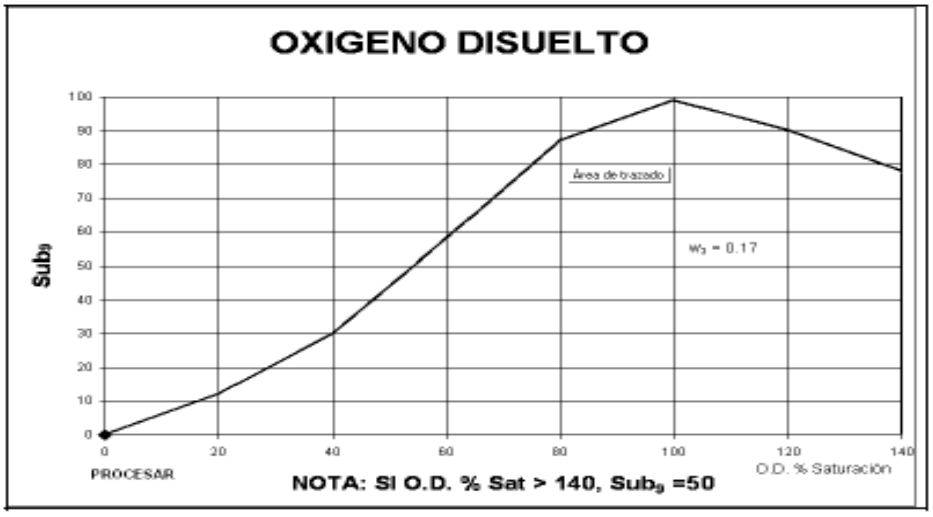

NITRATOS
Sub4
w4 = 0.10
34.65
22.2
PROCESAR
NOTA: N.T. > 100, SUB4=1
N.T., ppm


FOSFATOS
Sub5
w5 = 0.10
PROCESAR
NOTA: SI PO4-T >10, Sub5=1
PO4-T, ppm


CAMBIO DE TEMPERATURA
Sub6
w6 = 0.10
PROCESAR
NOTA: SI ΔT<- 5 Sub6= indef. ó SI ΔT>15 Sub6=9
ΔT, ° C







La interpretación del índice ICA se realiza de la siguiente manera:

CLASIFICACIÓN ICA		
CALIDAD DE AGUA	**COLOR**	**VALOR**
Excelente		91 - 100
Buena		71 - 90
Regular		51 - 70
Mala		26 - 50
Pésima		0 - 25

Tabla 4. 13: Clasificación del índice de calidad de agua

En cuanto al presente estudio, el resumen de los resultados de análisis de agua realizado en los puntos de monitoreo indicados se describe a continuación.

Resultados ICA

A continuación, se presenta el resumen de los resultados de análisis de agua realizado en los puntos de monitoreo indicados (Ver resultados en Anexo 2).

PARAMETRO	LÍMITE PERMISIBLE Acuerdo Ministerial 097-A	UNIDAD	PUNTOS DE MONITOREO				
			1. Arriba Captación	2. Abajo Captación	3. Conducción	4. Arriba Casa de Máquinas	5. Abajo Casa de Máquinas
Aluminio	0.1	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Coliformes Fecales	200	NMP/100ml	11	13.4	3.1	24.3	26.5
DBO5	20	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1
Fosfatos	-	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Hierro	0.3	mg/l	0.12	0.24	0.14	<0.07	0.12
Nitratos	13	mg/l	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Oxígeno Disuelto	>6,4	mg/l	8.82	9.02	8.53	8.13	8.73
Potencial Hidrógeno	6,5-9	pH	7.70	7.55	7.66	7.51	7.47
Sólidos Disueltos	3000	mg/l	72	80	<50	72	72
Temperatura	-	°C	16.2	14.9	15.2	15	15.7
Turbidez	100	NTU	<5	<5	5	<5	<5
*Los equipos del laboratorio Havoc (Acreditado por el SAE), no reportan valores menores a los presentados en las tablas de resultados, por lo que colocan el signo "<" para indicar que el rango de incertidumbre es menor al valor presentado, por lo tanto no se considera como un incumplimiento.							

Tabla 4. 14: Resultados de laboratorio. Calidad de agua
Fuente: Laboratorio HAVOC
Elaboración: Equipo consultor

De los datos analizados se puede observar que todos los niveles de concentración de los parámetros analizados cumplen con los límites máximos establecidos.

En cuanto al índice de calidad de agua, a continuación, se presentan los resultados por cada punto de muestreo:

CALCULO ICA PUNTO 1 Arriba de captación						
	PARAMETRO	**VALOR**	**UNIDAD**	**SUBi**	**Wi**	**total**
1	Coliformes Fecales	11	NMP/100 ml	70	0,15	12,39
2	pH	7,7	unidad pH	90	0,12	12,52
3	DBO5	<1	mg/l	90	0,1	10,57
4	Nitratos	<0,3	mg/l	95	0,1	11,08
5	Fosfatos	<0,5	mg/l	70	0,1	8,53
6	Dif Temperatura	2,2	ºC	75	0,1	9,04
7	Turbidez	<5	FAU	90	0,08	8,63
8	Solidos disueltos	72	mg/l	85	0,08	8,23
9	Oxígeno disuelto	8,82	% sat	85	0,17	16,58
					ICA	**97,56**

Tabla 4. 15: Cálculo ICA punto 1
Fuente: Laboratorio HAVOC
Elaboración: Equipo consultor

CALCULO ICA PUNTO 2 Abajo de captación						
	PARAMETRO	**VALOR**	**UNIDAD**	**SUBi**	**Wi**	**Total**
1	Coliformes Fecales	13,4	NMP/100 ml	68	0,15	12,08
2	pH	7,55	unidad pH	92	0,12	12,76
3	DBO5	<1	mg/l	90	0,1	10,57
4	Nitratos	<0,3	mg/l	95	0,1	11,08
5	Fosfatos	<0,5	mg/l	70	0,1	8,53
6	Dif Temperatura	1	ºC	82	0,1	9,75
7	Turbidez	<5	FAU	90	0,08	8,63
8	Solidos disueltos	80	mg/l	83	0,08	8,06
9	Oxígeno disuelto	9,02	% sat	90	0,17	17,45
					ICA	**98,92**

Tabla 4. 16: Cálculo ICA punto 2
Fuente: Laboratorio HAVOC
Elaboración: Equipo consultor

CALCULO ICA PUNTO 3 Conducción						
	PARAMETRO	**VALOR**	**UNIDAD**	**SUBi**	**Wi**	**Total**
1	Coliformes Fecales	3,1	NMP/100 ml	80	0,15	13,93
2	pH	7,66	unidad pH	90	0,12	12,52
3	DBO5	<1	mg/l	90	0,1	10,57
4	Nitratos	<0,3	mg/l	95	0,1	11,08
5	Fosfatos	<0,5	mg/l	70	0,1	8,53
6	Dif Temperatura	1,2	ºC	80	0,1	9,55
7	Turbidez	5	FAU	85	0,08	8,23
8	Solidos disueltos	<50	mg/l	82	0,08	7,98
9	Oxígeno disuelto	8,53	% sat	83	0,17	16,23
					ICA	**98,61**

Tabla 4. 17: Cálculo ICA punto 3
Fuente: Laboratorio HAVOC
Elaboración: Equipo consultor

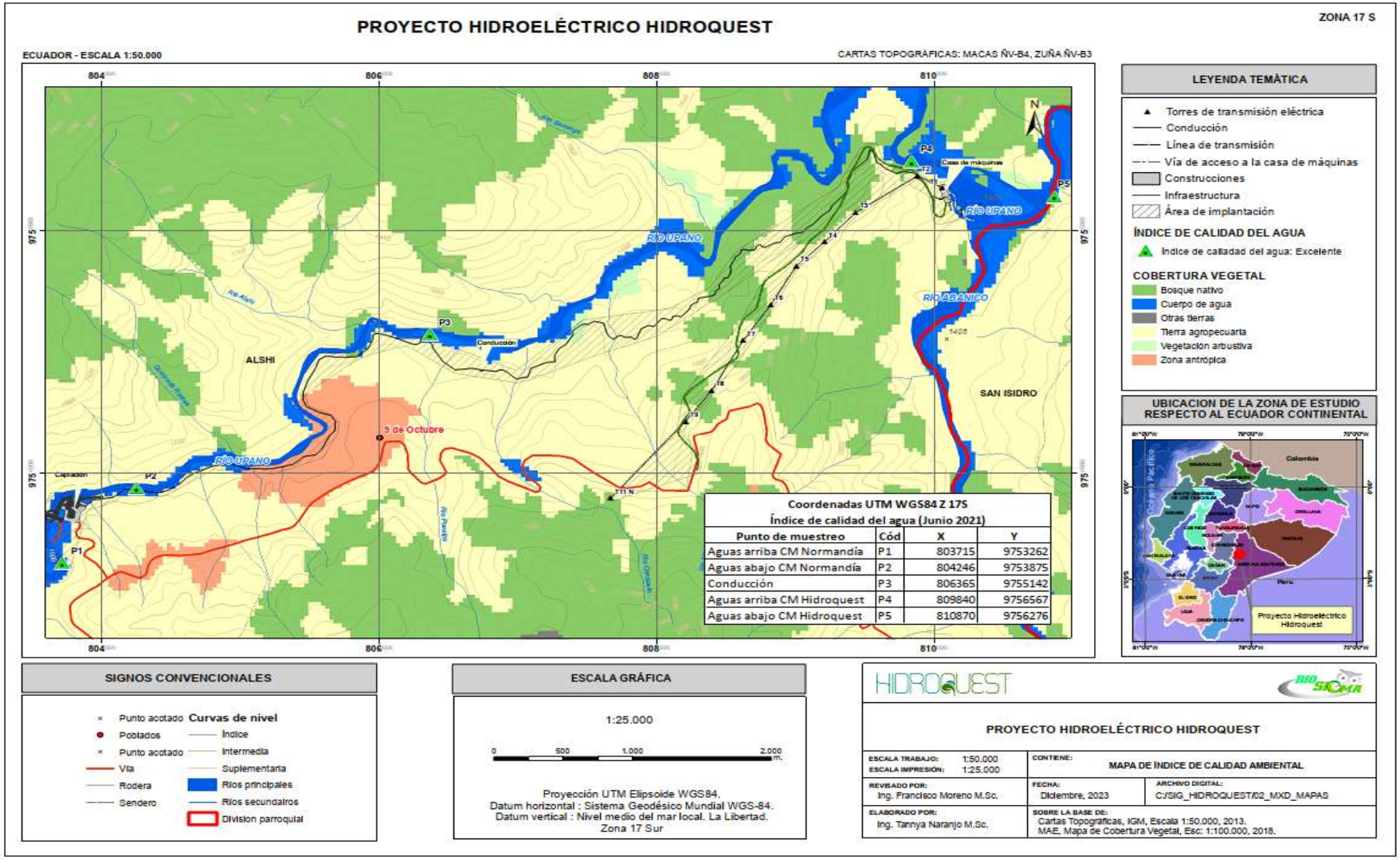
CALCULO ICA PUNTO 4 Arriba de Casa de Máquinas						
	PARAMETRO	**VALOR**	**UNIDAD**	**SUBi**	**Wi**	**total**
1	Coliformes Fecales	24,30	NMP/100 ml	61	0,15	11,00
2	pH	7,51	unidad pH	92	0,12	12,76
3	DBO5	<1	mg/l	90	0,1	10,57
4	Nitratos	<0,3	mg/l	95	0,1	11,08
5	Fosfatos	<0,5	mg/l	70	0,1	8,53
6	Dif Temperatura	1	ºC	82	0,1	9,75
7	Turbidez	<5	FAU	90	0,08	8,63
8	Solidos disueltos	72	mg/l	85	0,08	8,23
9	Oxígeno disuelto	8,13	% sat	80	0,17	15,71
					ICA	**96,26**

Tabla 4. 18: Cálculo ICA punto 4
Fuente: Laboratorio HAVOC
Elaboración: Equipo consultor

CALCULO ICA PUNTO 5 Debajo de Casa de Máquinas						
	PARAMETRO	**VALOR**	**UNIDAD**	**SUBi**	**Wi**	**Total**
1	Coliformes Fecales	26,5	NMP/100 ml	83	0,15	14,39
2	pH	7,47	unidad pH	91	0,12	12,64
3	DBO5	<1	mg/l	90	0,1	10,57
4	Nitratos	<0,3	mg/l	96	0,1	11,18
5	Fosfatos	<0,5	mg/l	70	0,1	8,53
6	Dif Temperatura	1,5	ºC	61	0,1	7,61
7	Turbidez	<5	FAU	90	0,08	8,63
8	Solidos disueltos	72	mg/l	85	0,08	8,23
9	Oxígeno disuelto	8,73	% sat	84	0,17	16,40
					ICA	**98,18**

Tabla 4. 19: Cálculo ICA punto 5
Fuente: Laboratorio HAVOC
Elaboración: Equipo consultor

Para todos los puntos, el Índice de Calidad de Agua (ICA), presenta valores entre 90 y 100, esto indica una excelente calidad de agua superficial.



Mapa 4.8: Mapa de índice de calidad de agua
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Análisis físicos químico de agua.

Se realiza una evaluación de cada punto de muestreo en la que se verifica el cumplimiento o no de cada parámetro analizado de acuerdo con los siguientes criterios, en concordancia con el libro VI del TULAS, Anexo1.- "Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua", del Acuerdo Ministerial 097-A, tomando en cuenta los parámetros establecidos en las siguientes Tablas:

Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico
Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuario.
Tabla 3: Criterios de calidad de agua para riego Agrícola.
Tabla 5: Criterios de calidad de agua para uso Pecuario.
Tabla 6: Criterios de calidad de agua para fines recreativos.

Punto de muestreo	Coordenadas	
	X	Y
Aguas arriba CM Normandía	803715	9753262
Aguas abajo CM Normandía	804246	9753875
Conducción	806365	9755142
Aguas arriba CM Hidroquest	809840	9756567
Aguas abajo CM Hidroquest	810870	9756276

Tabla 4. 20: Puntos de muestreo
Fuente y elaboración: Equipo consultor

En las siguientes tablas se presenta la comparación de los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio con las tablas 1, 2, 3, 5, 6 del acuerdo ministerial 097A.

Para la correcta lectura de las tablas se tiene:

C	Cumple
NC	No Cumple
INC	Incertidumbre
NA	No Aplica

PUNTO 1.- RIO UPANO, AGUAS ARRIBA DE CAPTACION (CM PH NORMANDIA)								
UBICACIÓN	X	Y	LIMITES PERMISIBLES ACUERDO MINISTERIAL 097-A. TABLAS:					C/NC INC/NA
	803715	9753262						
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	1	2	3	5	6	
Aluminio	mg/l	<0,10		0,1	5	5	-	C
Coliformes Fecales	NMP/100ml	11	1000	-	1000	1000	200	C
DBO5	mg/l	<1	<2	20	-	-	-	C
Fosfatos	mg/l	<0,5	-	-	-	-	-	NA
Hierro	mg/l	0,12	1	0,3	5	-	-	C
Nitratos	mg/l	<0,3	50	13	-	50	-	C
Oxígeno Disuelto	mg/l	8,82(>80 %)		>80 %	-	-	>80 %	C
Potencial Hidrógeno	pH	7,70	6 - 9	6.5 – 9	6 - 9	-	6.5-8.3	C
Sólidos Disueltos	mg/l	72	-	-	-	3000	-	C
Turbiedad	UNT	<5	100	-	-	-	-	C

PUNTO 1.- RIO UPANO, AGUAS ARRIBA DE CAPTACION (CM PH NORMANDIA)								
UBICACIÓN	X	Y	LIMITES PERMISIBLES ACUERDO MINISTERIAL 097-A. TABLAS:					C/NC INC/NA
	803715	9753262						
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	1	2	3	5	6	
Temperatura	°C	16,2	-	-	-	-	-	NA

Tabla 4. 21: Resultados de análisis de agua punto 1
Fuente: Laboratorio HAVOC
Elaboración: Equipo consultor

PUNTO 2.- RIO UPANO, AGUAS ABAJO DE CAPTACION (CM PH NORMANDIA)								
UBICACIÓN	X	Y	LIMITES PERMISIBLES ACUERDO MINISTERIAL 097-A. TABLAS:					C/NC INC/NA
	804246	9753875						
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	1	2	3	5	6	
Aluminio	mg/l	<0,10		0,1	5	5	-	C
Coliformes Fecales	NMP/100ml	13,4	1000	-	1000	1000	200	C
DBO5	mg/l	<1	<2	20	-	-	-	C
Fosfatos	mg/l	<0,5	-	-	-	-	-	NA
Hierro	mg/l	0,24	1	0,3	5	-	-	C
Nitratos	mg/l	<0,3	50	13	-	50	-	C
Oxígeno Disuelto	mg/l	9,02(>80 %)		>80 %	-	-	>80 %	C
Potencial Hidrógeno	pH	7,55	6 - 9	6.5 – 9	6 - 9	-	6.5-8.3	C
Sólidos Disueltos	mg/l	80	-	-	-	3000	-	C
Turbiedad	UNT	<5	100	-	-	-	-	C
Temperatura	°C	14,9	-	-	-	-	-	NA

Tabla 4. 22: Resultados de análisis de agua punto 2
Fuente: Laboratorio HAVOC
Elaboración: Equipo consultor

PUNTO 3.- RIO UPANO, CONDUCCIÓN								
UBICACIÓN	X	Y	LIMITES PERMISIBLES ACUERDO MINISTERIAL 097-A. TABLAS:					C/NC INC/NA
	801385	9754231						
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	1	2	3	5	6	
Aluminio	mg/l	<0,10		0,1	5	5	-	C
Coliformes Fecales	NMP/100ml	3,1	1000	-	1000	1000	200	C
DBO5	mg/l	<1	<2	20	-	-	-	C
Fosfatos	mg/l	<0,5	-	-	-	-	-	NA
Hierro	mg/l	0,14	1	0,3	5	-	-	C
Nitratos	mg/l	<0,3	50	13	-	50	-	C
Oxígeno Disuelto	mg/l	8,53(>80 %)		>80 %	-	-	>80 %	C
Potencial Hidrógeno	pH	7,66	6 - 9	6.5 – 9	6 - 9	-	6.5-8.3	C
Sólidos Disueltos	mg/l	<50	-	-	-	3000	-	C
Turbiedad	UNT	5	100	-	-	-	-	C
Temperatura	°C	15,2	-	-	-	-	-	NA

Tabla 4. 23: Resultados de análisis de agua punto 3
Fuente: Laboratorio HAVOC
Elaboración: Equipo consultor

PUNTO 4.- RIO UPANO, AGUAS ARRIBA DE CASA DE MÁQUINAS								
UBICACIÓN	X	Y	LIMITES PERMISIBLES ACUERDO MINISTERIAL 097-A. TABLAS:					C/NC INC/NA
	809840	9756567						
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	1	2	3	5	6	
Aluminio	mg/l	<0,10		0,1	5	5	-	C
Coliformes Fecales	NMP/100ml	24,3	1000	-	1000	1000	200	C
DBO5	mg/l	<1	<2	20	-	-	-	C
Fosfatos	mg/l	<0,5	-	-	-	-	-	NA
Hierro	mg/l	<0,07	1	0,3	5	-	-	C
Nitratos	mg/l	<0,3	50	13	-	50	-	C
Oxígeno Disuelto	mg/l	8,13(>80 %)		>80 %	-	-	>80 %	C
Potencial Hidrógeno	pH	7,51	6 - 9	6.5 – 9	6 - 9	-	6.5-8.3	C
Sólidos Disueltos	mg/l	72	-	-	-	3000	-	C
Turbiedad	UNT	<5	100	-	-	-	-	C
Temperatura	°C	15,0	-	-	-	-	-	NA

Tabla 4. 24: Resultados de análisis de agua punto 4
Fuente: Laboratorio HAVOC
Elaboración: Equipo consultor

PUNTO 5.- RIO UPANO, AGUAS ABAJO DE CASA DE MÁQUINAS								
UBICACIÓN	X	Y	LIMITES PERMISIBLES ACUERDO MINISTERIAL 097-A. TABLAS:					C/NC INC/NA
	810870	9756276						
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	1	2	3	5	6	
Aluminio	mg/l	<0,10		0,1	5	5	-	C
Coliformes Fecales	NMP/100ml	26,5	1000	-	1000	1000	200	C
DBO5	mg/l	<1	<2	20	-	-	-	C
Fosfatos	mg/l	<0,5	-	-	-	-	-	NA
Hierro	mg/l	0,12	1	0,3	5	-	-	C
Nitratos	mg/l	<0,3	50	13	-	50	-	C
Oxígeno Disuelto	mg/l	8,73(>80 %)		>80 %	-	-	>80 %	C
Potencial Hidrógeno	pH	7,47	6 - 9	6.5 – 9	6 - 9	-	6.5-8.3	C
Sólidos Disueltos	mg/l	72	-	-	-	3000	-	C
Turbiedad	UNT	<5	100	-	-	-	-	C
Temperatura	°C	15,7	-	-	-	-	-	NA

Tabla 4. 25: Resultados de análisis de agua punto 5
Fuente: Laboratorio HAVOC
Elaboración: Equipo consultor

Se observa que en la mayoría de los lugares donde se tomaron muestras, presenta un nivel de cumplimiento, lo que significa que la cantidad o concentración de la mayoría de los parámetros se encuentra por debajo de los límites máximos permitidos según las normativas actuales. Estos resultados deben compararse con los obtenidos en monitoreos posteriores para observar su evolución.

4.2.5 RUIDO AMBIENTAL

El monitoreo de ruido ambiental se ha realizado considerando las zonas o áreas de muestreo en el área de influencia directa de la Construcción y Operación del

Proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST, debido a que corresponden al área de influencia de las actividades del proyecto y de sus posibles fuentes generadoras de ruido; estableciendo de esta forma el Ruido Ambiental Línea Base o Nivel de Fondo, para que este pueda ser contrastado como una medida del Ruido original una vez que el Proyecto entre en operación.

Además, se consideran los datos y resultados del último monitoreo de la central hidroeléctrica Normandía, esto debido a que el área de la casa de máquinas de esta central es el mismo que la captación de Hidroquest.

Se realizaron mediciones en periodo diurno y nocturno en los siguientes puntos de muestreo:

Punto de monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM (Sistema WGS 84 Zona 17M)		Registro Fotográfico
		X	Y	
RA-1	Línea base	810093	9756416	
RA-2	Línea base	810072	9756154	

Tabla 4. 26: Puntos de muestreo de ruido área 1 Casa de Máquinas HIDROQUEST
Fuente: Informe de ruido
Elaboración: ECUDIVENG Camacho y Cifuentes

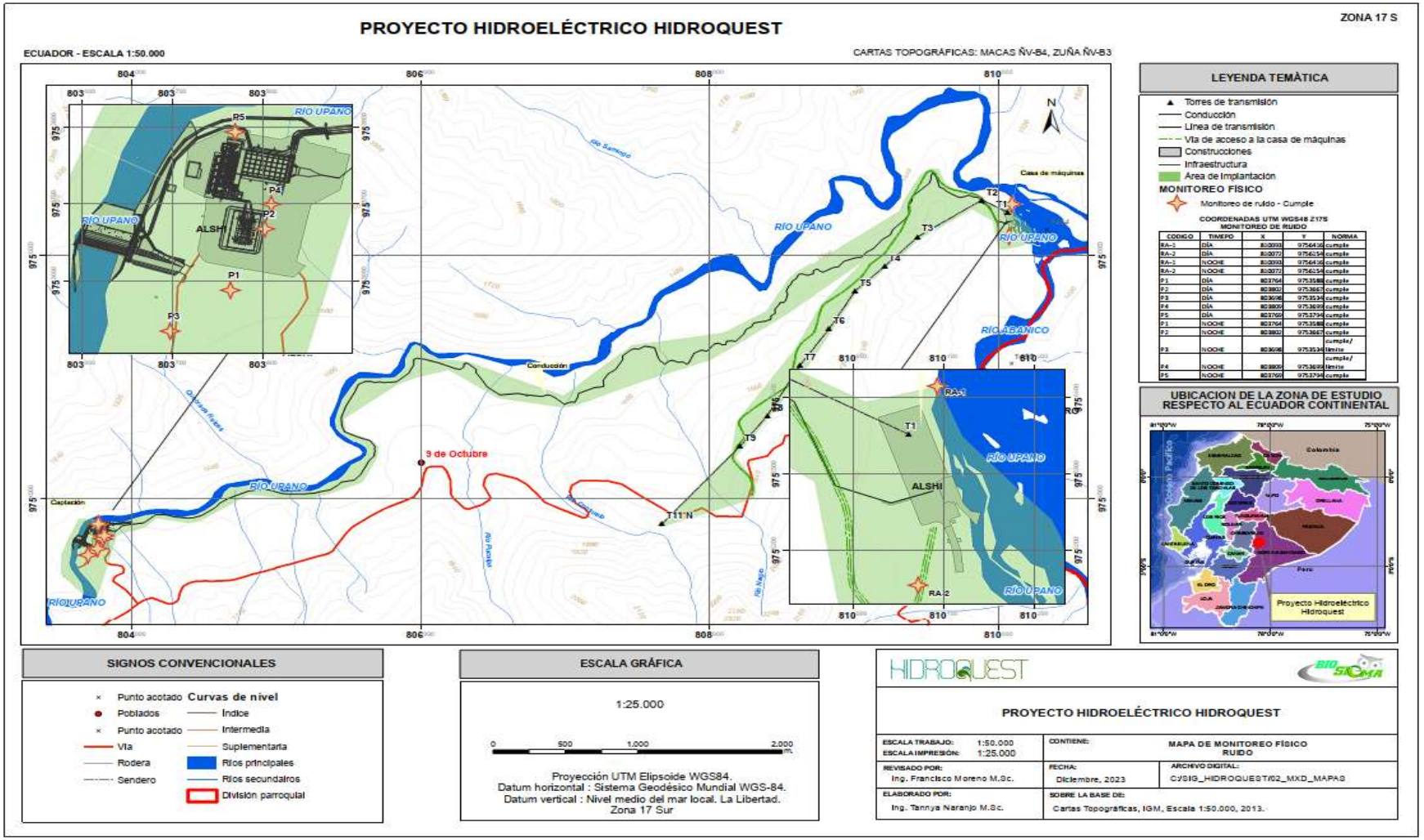
Punto	Descripción	Coordenadas UTM (Sistema WGS 84 Zona 17M)		Ubicación de puntos				Registro Fotográfico	
		X	Y	HR altura de punto receptor (m)	HS altura de la fuente (m)	R Distancia de la fuente (m)	Tipo de suelo	Diurno	Nocturno
1	Límite sur (área de acumulación de tubería)	803764	9753588	1,5	5	30	Suave		
2	Límite sur (subestación)	803802	9753667	1,5	1	10	Suave		

Punto	Descripción	Coordenadas UTM (Sistema WGS 84 Zona 17M)		Ubicación de puntos				Registro Fotográfico	
		X	Y	HR altura de punto receptor (m)	HS altura de la fuente (m)	R Distancia de la fuente (m)	Tipo de suelo	Diurno	Nocturno
3	Límite oeste (taller)	803698	9753534	1,5	1,5	15	Suave		

Punto	Descripción	Coordenadas UTM (Sistema WGS 84 Zona 17M)		Ubicación de puntos				Registro Fotográfico	
		X	Y	HR altura de punto receptor (m)	HS altura de la fuente (m)	R Distancia de la fuente (m)	Tipo de suelo	Diurno	Nocturno
4	Límite norte (cerca de la descarga)	803809	9753699	1,5	5	5	Suave		
5	Límite este (frente de la descarga)	803769	9753794	1,5	5	10	Suave		

Punto	Descripción	Coordenadas UTM (Sistema WGS 84 Zona 17M)		Ubicación de puntos				Registro Fotográfico	
		X	Y	HR altura de punto receptor (m)	HS altura de la fuente (m)	R Distancia de la fuente (m)	Tipo de suelo	Diurno	Nocturno
F	Punto de ruido de fondo	803698	9753584	1,5	2	45	Suave		

Tabla 4. 27: Puntos de muestreo de ruido área 2 Interconexión/Casa de Máquinas HIDRONORMANDIA
Fuente: Informe de ruido 2S HN
Elaboración: ECUDIVENG Camacho y Cifuentes



Mapa 4. 9: Mapa de puntos de monitoreo de ruido
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.2.5.1 Metodología

Se realizó una verificación preliminar de la variación de los niveles de presión sonora con el sonómetro en modo de respuesta lenta y filtro de ponderación de frecuencias A (dB(A)), donde se verifica que la variación de las lecturas durante un minuto no sea superior a 5 dB(A), categorizando al ruido de fuente en estudio como RUIDO ESTABLE o FLUCTUANTE.

También se verifica el tipo de ruido que se va a analizar, es decir, se comprueba si el ruido tiene contenido de ruido impulsivo, configurando el sonómetro en modo de respuesta impulsiva y filtro de ponderación de frecuencias A (dB(A)); y si el ruido analizado tiene contenido energético alto en frecuencias bajas, configurando el sonómetro en modo de respuesta lenta y filtro de ponderación de frecuencias C (dB(C)).

De acuerdo con la fluctuación del ruido en el medio analizado, se determina si se requiere realizar mediciones de Ruido Total de 15 segundos o 5 segundos. Mientras más fluctuación exista, se utilizará el método de 5 segundos, y cuando sea Ruido Estable se utilizará el método de 15 segundos.

El sonómetro se desplazó en los puntos de muestreo indicados, realizando mediciones durante el período diurno y nocturno, y estableciendo las fuentes de emisión de ruido.

Se tomaron mediciones en cada punto, y con un tiempo para estabilización de 5 a 10 segundos para los valores de ruido estable que se miden en un minuto, y durante un período de 1 minuto por punto; se analizaron los datos para obtener los valores de presión sonora equivalente (ruido integrado) para los diferentes períodos de medición.

Para los puntos en los que existe influencia del ruido residual se ha tomado en cuenta las correcciones respectivas necesarias en los valores de medición de campo considerados, los cuales han sido aquellos con una diferencia aritmética entre los niveles de presión sonora equivalente de la fuente y de ruido residual, mayor o igual a 3 dB.

Durante el monitoreo existió la presencia de vientos moderados los cuales no causaron interferencia en los datos registrados (inferiores a 5 m/s), pero para mayor precaución se utilizó la pantalla contra viento del sonómetro. Se siguieron los lineamientos sugeridos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, utilizando el sonómetro en la modalidad de respuesta lenta y utilizando un filtro de ponderación A.

El micrófono se colocó a una altura de 1.5 metros sobre la superficie del suelo, con un ángulo de inclinación que no sea superior a 45º y teniendo en cuenta superficies próximas que reflejen el sonido; además se consideró que las velocidades de viento no sean mayores, de tal forma que no permita que el ruido turbulento del viento enmascare la fuente de ruido en cuestión.

Se realizaron mediciones de ruido estable, ya que las lecturas no variaban en más de 5 dB en un tiempo de 1 minuto, en modo de respuesta lento. El equipo utilizado es del Tipo II y cumple con los requerimientos de la comisión electrónica internacional (IEC).

4.2.5.2 Resultados (ver informes completos en Anexo 3)

En base a los datos de campo del monitoreo de ruido, al análisis y manejo matemático necesario, se obtuvieron los siguientes datos para los puntos ubicados en la casa da máquinas de Hidroquest:

Frecuencias RUIDO RESIDUAL	CÓDIGO PUNTO	DESCRIPCIÓN	A SLOW			C SLOW			A IMPULSIVO			INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN [dB(A)]
			LMIN [dB(A)]	LMAX [dB(A)]	NPS Eq [dB(A)]	LMIN [dB(C)]	LMAX [dB(C)]	NPS Eq [dB(C)]	LMIN [dB(A)]	LMAX [dB(A)]	NPS Eq [dB(A)]	
Punto 1 (2022/12/10) 11h01 – 11h16	RA-1	LÍNEA BASE Casa de máquinas	65,3	65,5	**65,4**	67,0	67,2	**67,1**	65,7	66,9	**66,1**	± 3,1
Punto 2 (2022/12/10) 11h25 – 11h40	RA-2	LÍNEA BASE Casa de máquinas	64,1	64,5	**64,4**	67,4	67,5	**67,5**	64,3	65,6	**64,7**	± 3,1

Tabla 4. 28: Nivel de Presión Sonora Equivalente (diurno) registrado en Casa de Máquinas Hidroquest
Fuente: Informe de ruido
Elaboración: ECUDIVENG Camacho y Cifuentes

Frecuencias RUIDO RESIDUAL	CÓDIGO PUNTO	DESCRIPCIÓN	A SLOW			C SLOW			A IMPULSIVO			INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN [dB(A)]
			LMIN [dB(A)]	LMAX [dB(A)]	NPS Eq [dB(A)]	LMIN [dB(C)]	LMAX [dB(C)]	NPS Eq [dB(C)]	LMIN [dB(A)]	LMAX [dB(A)]	NPS Eq [dB(A)]	
Punto 1 (2022/12/10) 21h00 – 21h19	RA-1	LÍNEA BASE Casa de máquinas	62,6	62,8	**62,7**	65,1	65,3	**65,2**	63,6	64,8	**64,0**	± 3,1
Punto 2 (2022/12/10) 21h30 – 21h52	RA-2	LÍNEA BASE Casa de máquinas	61,4	61,8	**61,7**	65,5	65,6	**65,6**	62,2	63,5	**62,6**	± 3,1

Tabla 4. 29: Nivel de Presión Sonora Equivalente (nocturno) registrado en Casa de Máquinas Hidroquest
Fuente: Informe de ruido
Elaboración: ECUDIVENG Camacho y Cifuentes

Al analizar la diferencia entre el ruido de Baja Frecuencia (C Slow) y el Ruido Específico (A Slow), se observa que todos los puntos analizados no supera 10dB de diferencia, lo que indica que actualmente no existen fuentes o componentes que generen ruidos de baja frecuencia, los cuales son característicos de la infraestructura del sector eléctrico (líneas de transmisión, subestaciones y centrales).

Para los puntos ubicados en la captación de Hidroquest se tienen los siguientes resultados:

MONITOREO #2 DIURNO Fecha: 10 de Diciembre del 2022	Durante operación normal de CENTRAL HIDROELÉCTRICA HIDRONORMANDIA Método utilizado: 15 s por Ruido fluctuante del medio																	
FRECUENCIA:	A SLOW						C SLOW – RUIDO DE BAJA FRECUENCIA						A IMP – RUIDO IMPULSIVO					
DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS																		
PUNTOS DE MONITOREO	LI.MIN [dB(A)]	LI.MAX [dB(A)]	NPS Aeq LAeq,Tp [dB(A)]	RUIDO RESIDUAL LAeq,Tp [dB(A)]	Ki [dB(A)]	Lss LAeq,Tp+Ki [dB(A)]	LI.MIN [dB(C)]	LI.MAX [dB(C)]	NPS Ceq LCeq,Tp [dB(C)]	RUIDO RESIDUAL LCeq,Tp [dB(C)]	Kic [dB(C)]	LCss LCeq,Tp+Kic [dB(C)]	LI.MIN [dB(A)]	LI.MAX [dB(A)]	NPS Aeq LAeq,Tp [dB(A)]	RUIDO RESIDUAL LAeq,Tp [dB(A)]	Ki [dB(A)]	Lss LAeq,Tp+Ki [dB(A)]
PUNTO 1 (08H32)	50.3	53.6	52.0	48.0	-2.2	49.8	60.1	60.4	60.3	57.6		60.3**	49.5	51.0	50.2	48.9		50.2**
PUNTO 2 (08H50)	55.7	56.5	56.1	48.0	-0.7	55.4	66.5	66.9	66.6	57.6	-0.5	66.1	55.9	56.2	56.0	48.9	-0.9	55.1
PUNTO 3 (09H21)	60.7	64.6	63.5	48.0	-0.1	63.4	72.4	72.8	72.6	57.6	-0.1	72.4	64.3	64.9	64.6	48.9	-0.1	64.4
PUNTO 4 (09H04)	63.5	63.7	63.6	48.0	-0.1	63.5	63.4	66.5	64.3	57.6	-1.0	63.3	62.4	63.0	62.7	48.9	-0.2	62.5
PUNTO 5 (09H38)	57.2	57.5	57.3	48.0	-0.5	56.8	65.7	66.1	65.8	57.6	-0.7	65.1	58.2	59.1	58.6	48.9	-0.5	58.1

Tabla 4. 30: Nivel de Presión Sonora Equivalente (diurno) en Interconexión/CM Normandia
Fuente: Informe de ruido 2S HN
Elaboración: ECUDIVENG Camacho y Cifuentes

MONITOREO #2 NOCTURNO Fecha: 10 de Diciembre del 2022	Durante operación normal de CENTRAL HIDROELÉCTRICA HIDRONORMANDIA Método utilizado: 15 s por Ruido fluctuante del medio																	
FRECUENCIA:	A SLOW						C SLOW – RUIDO DE BAJA FRECUENCIA						A IMP – RUIDO IMPULSIVO					
DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS																		
PUNTOS DE MONITOREO	LI.MIN [dB(A)]	LI.MAX [dB(A)]	NPS Aeq LAeq,Tp [dB(A)]	RUIDO RESIDUAL LAeq,Tp [dB(A)]	Ki [dB(A)]	Lss LAeq,Tp+Ki [dB(A)]	LI.MIN [dB(C)]	LI.MAX [dB(C)]	NPS Ceq LCeq,Tp [dB(C)]	RUIDO RESIDUAL LCeq,Tp [dB(C)]	Kic [dB(C)]	LCss LCeq,Tp+Kic [dB(C)]	LI.MIN [dB(A)]	LI.MAX [dB(A)]	NPS Aeq LAeq,Tp [dB(A)]	RUIDO RESIDUAL LAeq,Tp [dB(A)]	Ki [dB(A)]	Lss LAeq,Tp+Ki [dB(A)]
PUNTO 1 (20H20)	49.0	50.2	49.4	48.7		49.4**	58.7	59.0	58.8	58.3		58.8**	49.6	52.8	51.3	49.6		51.3**
PUNTO 2 (20H29)	52.1	52.8	52.4	48.7	-4.4	50.0	63.9	64.1	64.0	58.3	-1.8	62.6	52.9	56.9	55.0	49.6	-1.8	53.5
PUNTO 3 (20H39)	64.9	65.6	65.3	48.7	-0.1	65.2	74.3	74.9	74.5	58.3	-0.1	74.4	65.1	65.4	65.3	49.6	-0.7	65.2
PUNTO 4 (20H48)	64.7	66.6	65.2	48.7	-0.1	65.1	73.0	73.4	73.2	58.3	-0.1	73.1	65.2	67.1	65.7	49.6	-0.1	65.6
PUNTO 5 (20H56)	56.7	57.7	57.2	48.7	-0.7	56.5	65.8	66.1	65.9	58.3	-0.8	65.1	58.9	59.7	59.4	49.6	-0.5	58.9

Tabla 4. 31: Nivel de Presión Sonora Equivalente (nocturno) en Interconexión/CM Normandia
Fuente: Informe de ruido 2S HN
Elaboración: ECUDIVENG Camacho y Cifuentes

Frecuencias		A SLOW			C SLOW			A IMPULSIVO			INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN [dB(A)]
RUIDO RESIDUAL Período Diurno	PUNTOS DE MONITOREO AFECTADOS	LI.MIN [dB(A)]	LI.MAX [dB(A)]	NPS Eq [dB(A)]	LI.MIN [dB(C)]	LI.MAX [dB(C)]	NPS Eq [dB(C)]	LI.MIN [dB(Ai)]	LI.MAX [dB(Ai)]	NPS Eq [dB(Ai)]	
RUIDO RESIDUAL 1 Sector	**1, 2, 3, 4, 5**	47.5	48.5	48.0	56.9	59.2	57.6	47.7	50.6	48.9	± 3.0

Tabla 4. 32: Ruido ambiental diurno. Análisis en frecuencias del ruido residual o de fondo
Fuente: Informe de ruido 2S HN
Elaboración: ECUDIVENG Camacho y Cifuentes

Frecuencias		A SLOW			C SLOW			A IMPULSIVO			INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN [dB(A)]
RUIDO RESIDUAL Período Nocturno	PUNTOS DE MONITOREO AFECTADOS	LI.MIN [dB(A)]	LI.MAX [dB(A)]	NPS Eq [dB(A)]	LI.MIN [dB(C)]	LI.MAX [dB(C)]	NPS Eq [dB(C)]	LI.MIN [dB(Ai)]	LI.MAX [dB(Ai)]	NPS Eq [dB(Ai)]	
RUIDO RESIDUAL 1 Sector	**1, 2, 3, 4, 5**	48.2	49.2	48.7	57.6	59.9	58.3	48.4	51.3	49.6	± 3.0

Tabla 4. 33: Ruido ambiental nocturno. Análisis en frecuencias del ruido residual o de fondo
Fuente: Informe de ruido 2S HN
Elaboración: ECUDIVENG Camacho y Cifuentes

La evaluación del nivel de presión sonora, indica CUMPLIMIENTO en con los límites máximos permisibles de ruido ambiental.

En los puntos evaluados se ha podido constatar que existe influencia del ruido de fondo, en especial en horario nocturno, donde el ruido del río y del canto de insectos, incrementa significativamente el aporte del ruido residual a la medición.

4.2.6 CLIMA

El régimen climático está en general condicionado por factores astronómicos, geográficos y meteorológicos, siendo los principales los siguientes (Pourrut, 1995):

- La latitud, que define las condiciones generales de la circulación atmosférica a nivel planetario entre la línea ecuatorial y los polos, y la longitud, que regula un sistema de circulación atmosférica Este-Oeste.
- La orografía, con el papel de pantalla desempeñado por la cordillera de Los Andes, lo que determina la existencia de regiones naturales muy variadas.
- El efecto del océano Pacífico, generador de masas de humedad que se ven perturbadas por la influencia de las corrientes oceánicas.

Estos factores se conjugan para formar escenarios complejos pero que, en condiciones normales y para la cuenca que nos interesa, y partiendo de los datos disponibles, especialmente de las precipitaciones, significan que, en el sitio del proyecto, el clima es "Clima húmedo con pequeño déficit de agua, Mesotérmico templado cálido", con temperaturas moderadas y con precipitaciones superiores a los 2.000 mm/año, con una sola temporada lluviosa entre marzo y julio, y con agosto y septiembre como los meses menos lluviosos.

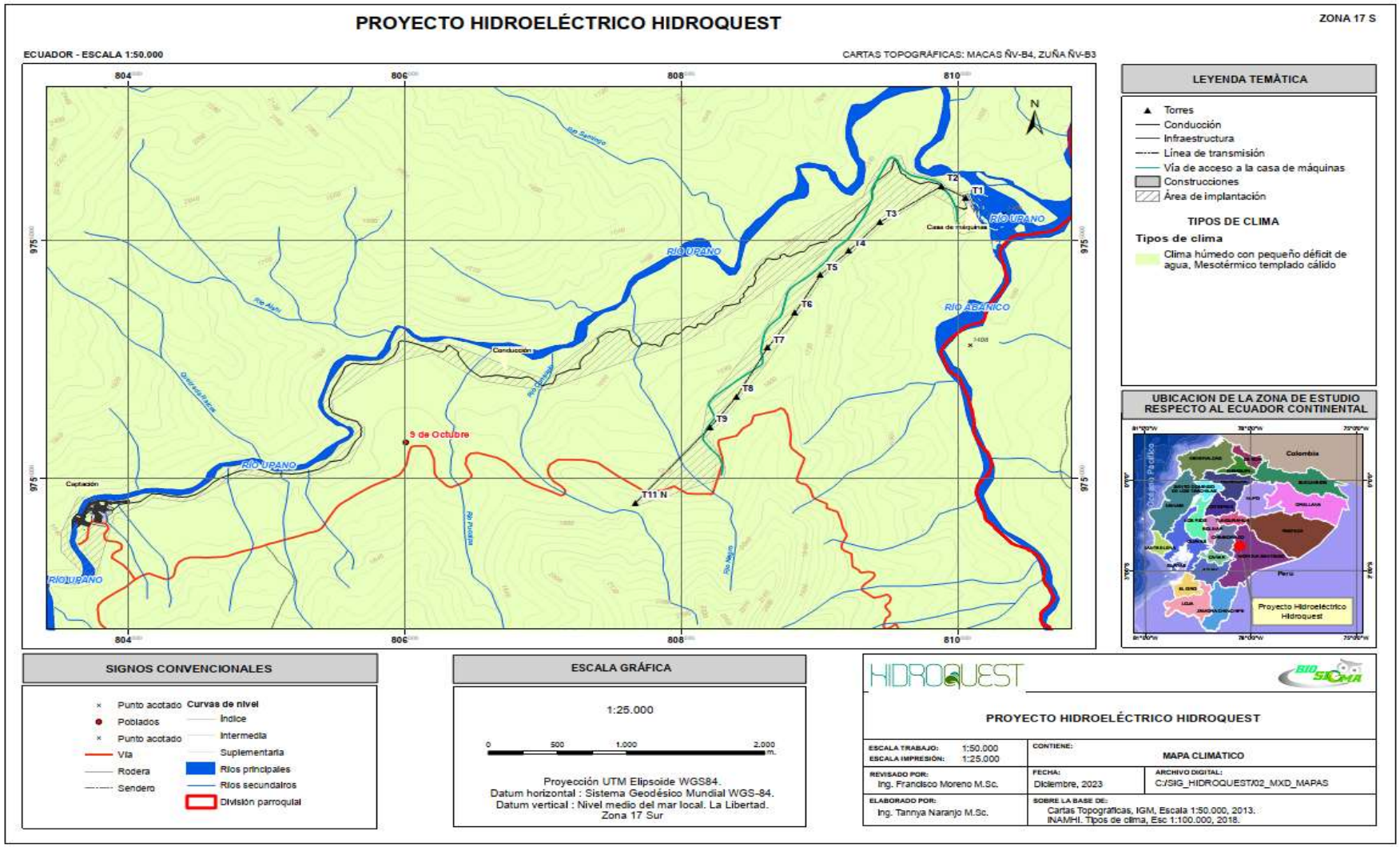
Las temperaturas medias anuales (**T**) varían en función de la altitud (**A**) aproximadamente según la relación establecida por el Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG) (Pourrut et al., 1.995).

En la cuenca analizada, la temperatura media anual varía entre los 6° C en la parte alta y 18° a 19° C en el sitio del proyecto. Respecto a la variación temporal, para la temperatura media la variación mensual no es significativa, pues las diferencias no superan el 5%, aunque para las temperaturas extremas la variación es mayor a lo largo del año.

De acuerdo con el mapa de Isotermas del Sistema Nacional de Información la temperatura varía de 12 a 18° C desde captación a casa de máquinas.

La humedad relativa es alta, del orden del 80 a 90%, siendo ésta una de las características del tipo de clima mencionado.

En la cuenca del río Upano, hasta el sitio del proyecto, no se dispone de estaciones pluviométricas, por lo que para inferir las características meteorológicas de la cuenca se consideraron otras estaciones localizadas en la región oriental.



Mapa 4. 10: Mapa climático
Fuente: INHAMI
Elaboración: Equipo consultor

4.2.6.1 Estaciones de registro

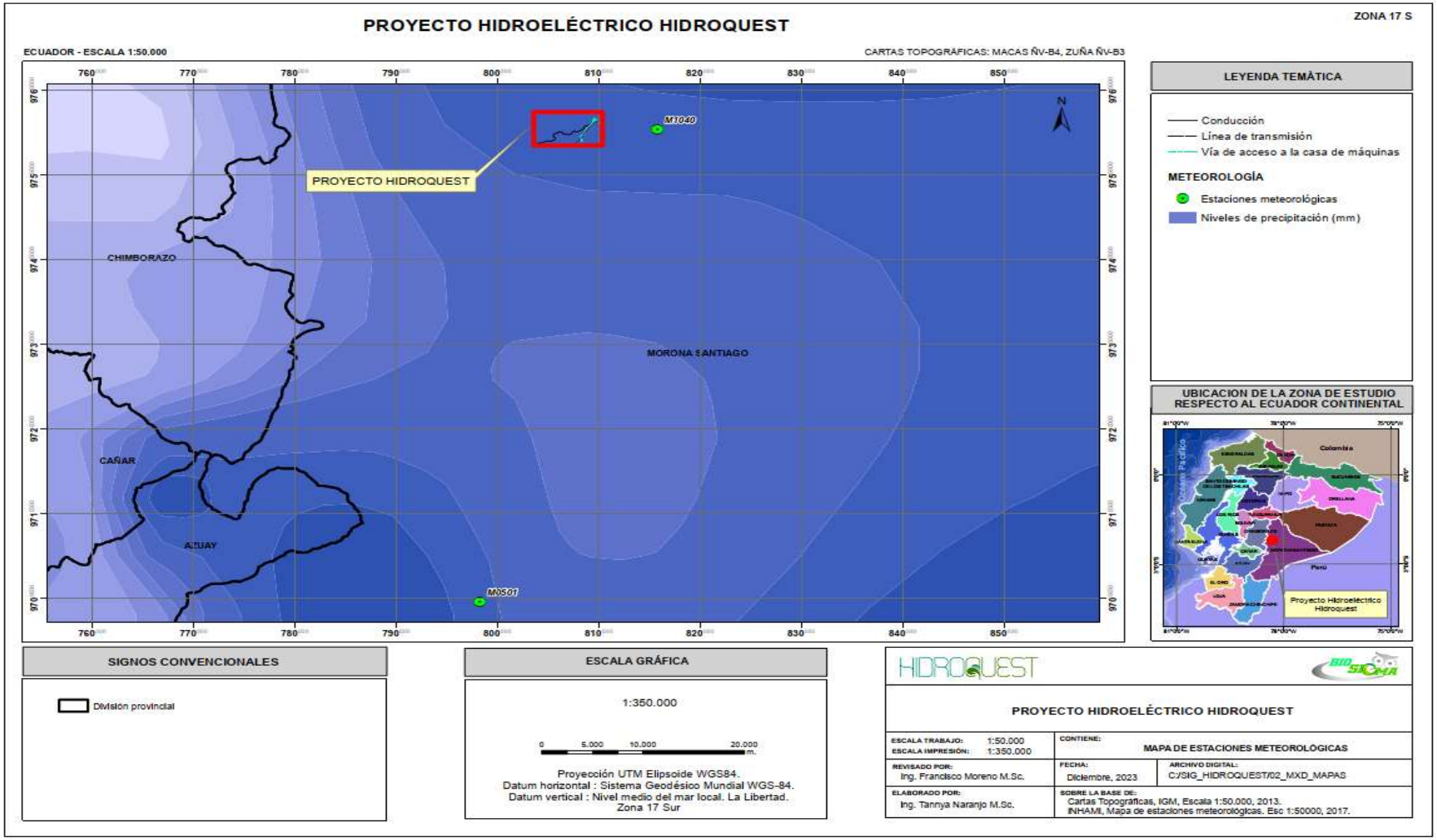
La información meteorológica de mayor relevancia se ha considerado de dos estaciones periféricas al proyecto, y cuyas principales características se resumen a continuación.

Código	Estación	Tipo	Ubicación geográfica			Institución	Estado
			Coordenadas (WGS84 17S)		Altitud		
			X	Y	(m)		
M1040	Macas San Isidro - PNS	CO	815762,60	9755394,80	1110	INAMHI	Activa
M0501	Mendez Inamhi	PV	799882,00	9701018,80	665	INAMHI	Activa

Simbología de clasificación: CO = Climatológica Ordinaria, PV = Pluviométrica,
Tabla 4. 34: Estaciones meteorológicas.
Fuente: INAMHI

Para el análisis de los parámetros meteorológicos y climatológicos se recopiló la información de fuentes oficiales de la estación meteorológica más próxima al área de estudio y recolectados durante un lapso de tiempo disponible. Se utiliza información existente para el área de influencia tomando en cuenta reportes previos. El análisis se realiza en función de datos oficiales de la estación M1040 Macas San Isidro - PNS y la estación M0501 Méndez INHAMI, entre los años 2009 a 2013 disponibles para la zona de estudio. Las estaciones periféricas seleccionadas se encuentran dentro el mismo tipo de clima y rango altitudinal similar al proyecto.

Cabe señalar que en general no siempre los registros de las estaciones mencionadas son regulares y de buena calidad, pero al tratarse de parámetros de poca variabilidad, se considera que la información es representativa.



Mapa 4.11: Mapa estaciones meteorológicas
Fuente: INHAMI
Elaboración: Equipo consultor

4.2.6.2 Precipitaciones

Las lluvias medias en el área del proyecto son analizadas en base a los datos pluviométricos oficiales de la estación M1040 Macas San Isidro - PNS y la estación M0501 Méndez INHAMI, entre los años 2009 a 2013; no se observa un período seco muy definido, pues las precipitaciones son significativas prácticamente en todos los meses. Sin embargo, se puede mencionar la presencia de un período con menos precipitaciones, que se prolonga de manera irregular de agosto a febrero.

PRECIPITACIÓN MENSUAL ESTACIÓN M1040 - MACAS SAN ISIDRO PNS													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL
2009	229,2	262,8	266,3	309,4	354,5	306,0	236,6	330,0	199,6	221,2	134,0	109,2	2958,8
2010	202,8	190,3	276,1	277,5	388,0	226,0	200,1	88,7	104,1	226,2	164,4	232,9	2577,1
2011	215,9	336,1	273,2	492,4	189,7	188,6	294,4	248,4	214,4	245,7	365,6	374,6	3439
2012	337,1	185,6	376,6	301,3	257,7	280,6	235,9	201,7	153,9	122,4	126,2	257,2	2836,2
2013	203,6	225,0	379,5	275,0	227,7	321,5	292,6	202,7	216,4	131,2	309,9	284,2	3069,3
PROMEDIO	237,7	240,0	314,3	331,1	283,5	264,5	251,9	214,3	177,7	189,3	220,0	251,6	2976,08

Tabla 4. 35: Valores promedio mensual de precipitación, estación Macas San Isidro
Fuente: Anuarios meteorológicos, estación M1040, periodo 2009-2013. INAMHI
Elaboración: Equipo consultor

En general, se tiene un promedio de precipitación anual de 2976 mm/m2. Con los datos obtenidos se ha elaborado la gráfica que representa la distribución de las precipitaciones mensuales.

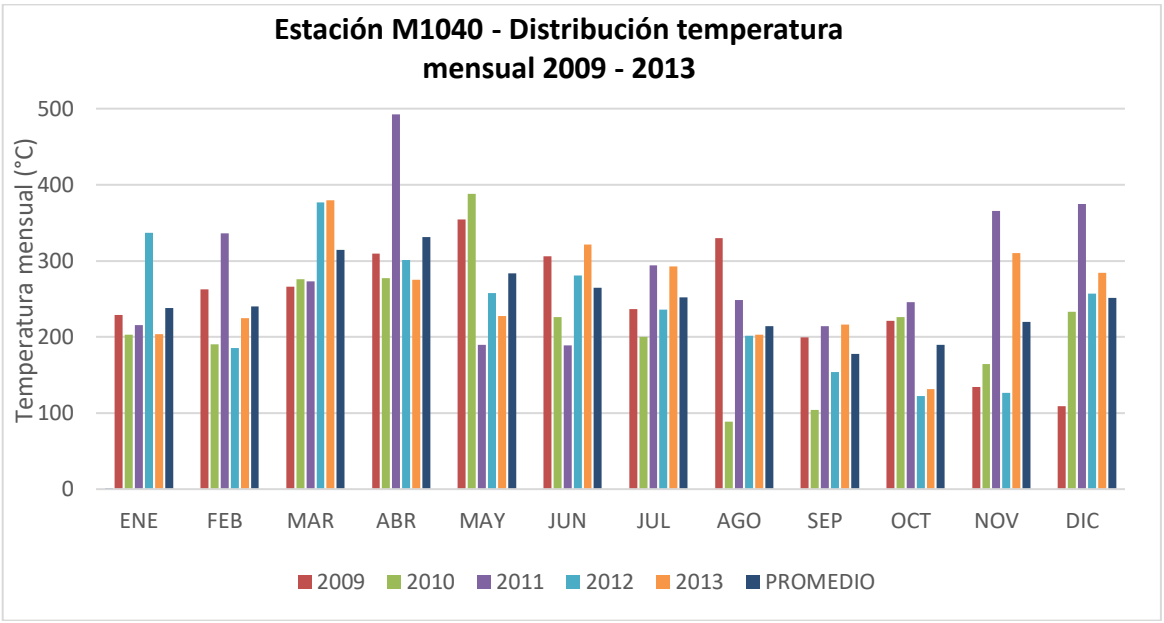


Figura 4. 37: Distribución mensual de precipitación, estación Macas San Isidro, periodo 2009-2013
Fuente: Anuarios meteorológicos, estación M1040, periodo 2009-2013. INAMHI
Elaboración: Equipo Consultor

De acuerdo con el siguiente gráfico, se evidencia que entre los meses de marzo y julio se presenta un nivel más alto de precipitaciones, siendo abril el mes que en promedio llueve más, y el mes de septiembre el menos lluvioso.

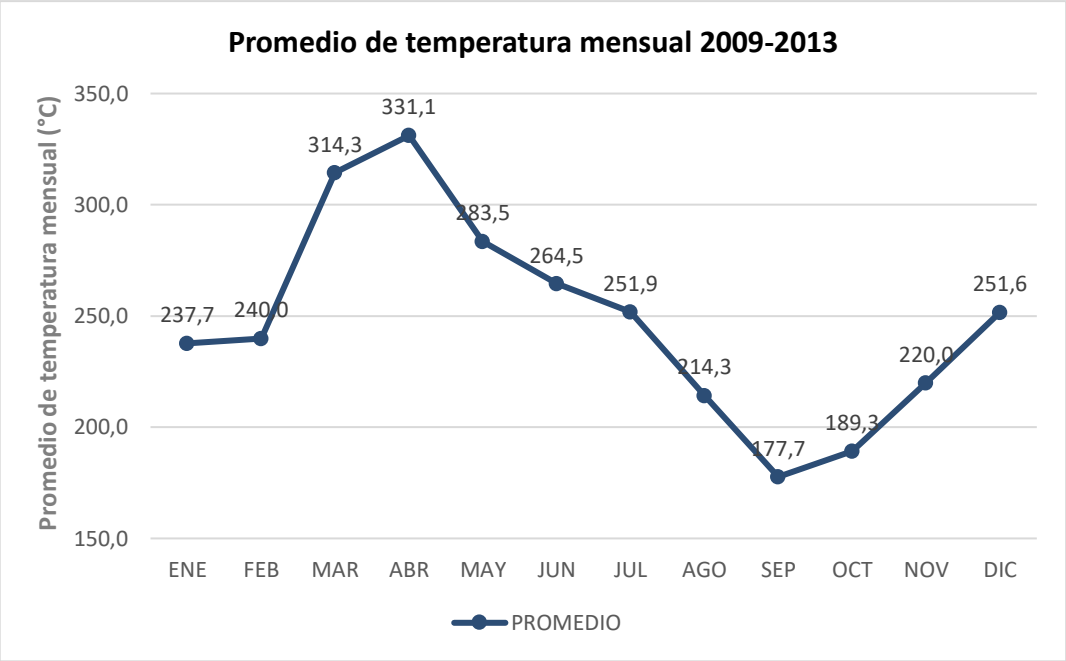


Figura 4. 38: Precipitación mensual promedio, estación Macas San Isidro, periodo 2009-2013
Fuente: Anuarios meteorológicos, estación M1040, periodo 2009-2013. INAMHI
Elaboración: Equipo Consultor

Estación M0501 Méndez INHAMI

PRECIPITACIÓN MENSUAL ESTACIÓN M0501 - MENDEZ INAMHI													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL
2009	160,9	77,0	176,2	147,0	199,2	177,1	201,2	166,7	132,4	194,8	72,2	146,5	1851,2
2010	91,2	106,3	130,2	181,6	371,0		250,3	98,8	30,8	26,1	178,1	120,4	1584,8
2011	181,3	127,3	130,1	328,9	269,8	191,1	418,3	132,1	175,8	139,2	151,5	169,2	2414,6
2012	222,6	224,3	357,1	315,2	157,1	167,6	175,4	68,0	184,7	152,4	101,5	100,3	2226,2
2013	158,0	210,3	221,2	173,0	142,5	283,4	167,6	107,0	107,8	125,4	151,9	96,9	1945
PROMEDIO	162,8	149,0	203,0	229,1	227,9	204,8	242,6	114,5	126,3	127,6	131,0	126,7	2004,36

Tabla 4. 36: Valores promedio mensual de precipitación, estación Méndez INHAMI
Fuente: Anuarios meteorológicos, estación M0501, periodo 2009-2013. INAMHI
Elaboración: Equipo consultor

En general, se tiene un promedio de precipitación anual de 2004.4 mm/m2. A continuación se presenta la distribución de las precipitaciones mensuales.

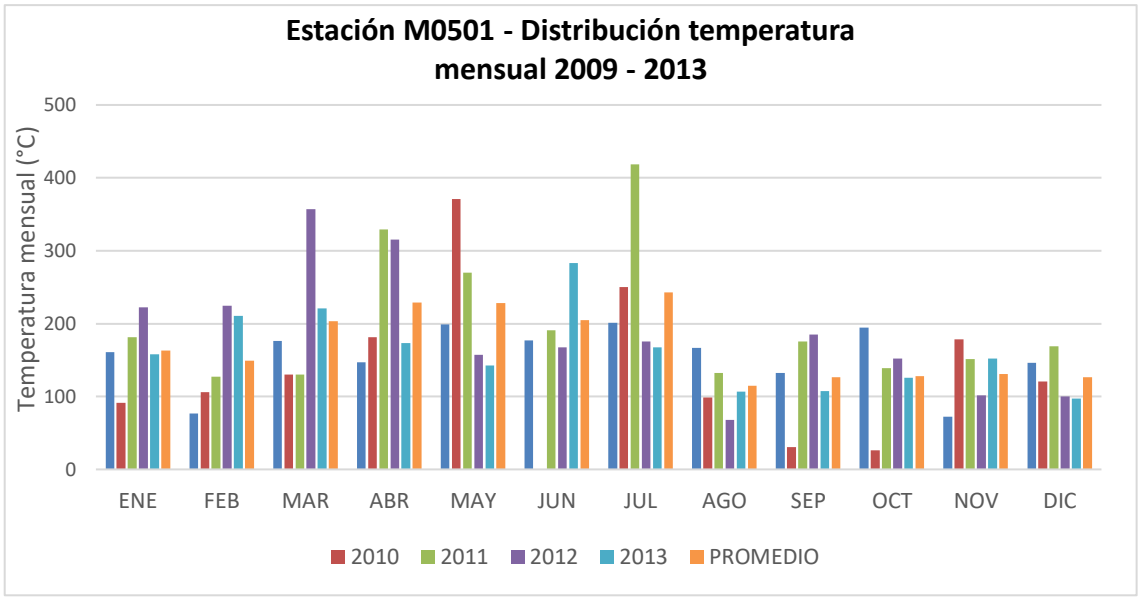


Figura 4. 39: Distribución mensual de precipitación, estación Méndez, periodo 2009-2013
Fuente: Anuarios meteorológicos, estación M0501, periodo 2009-2013. INAMHI
Elaboración: Equipo Consultor

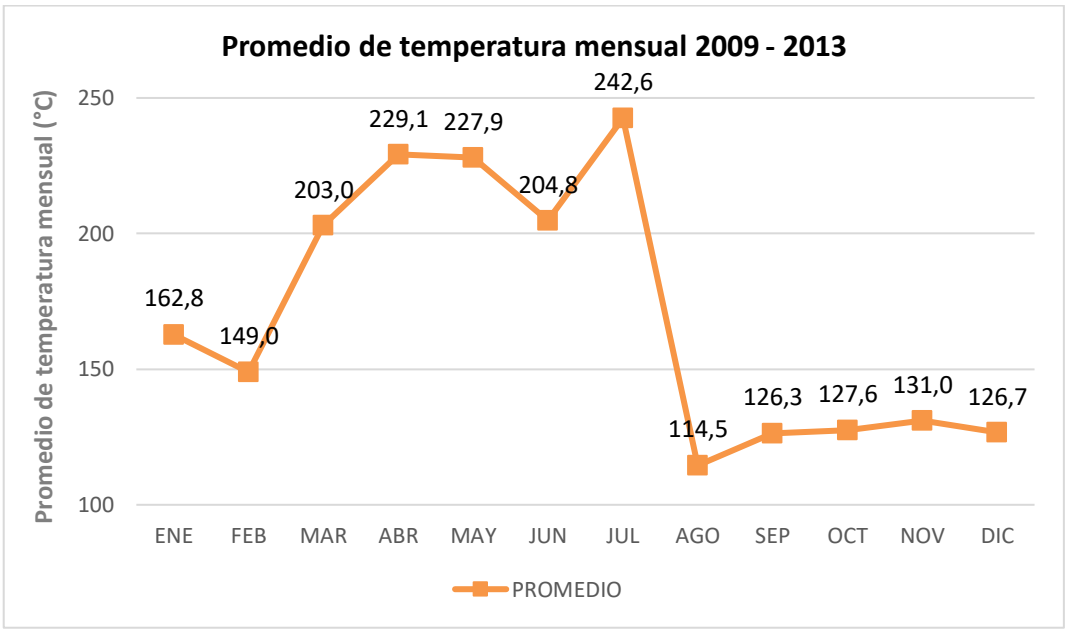
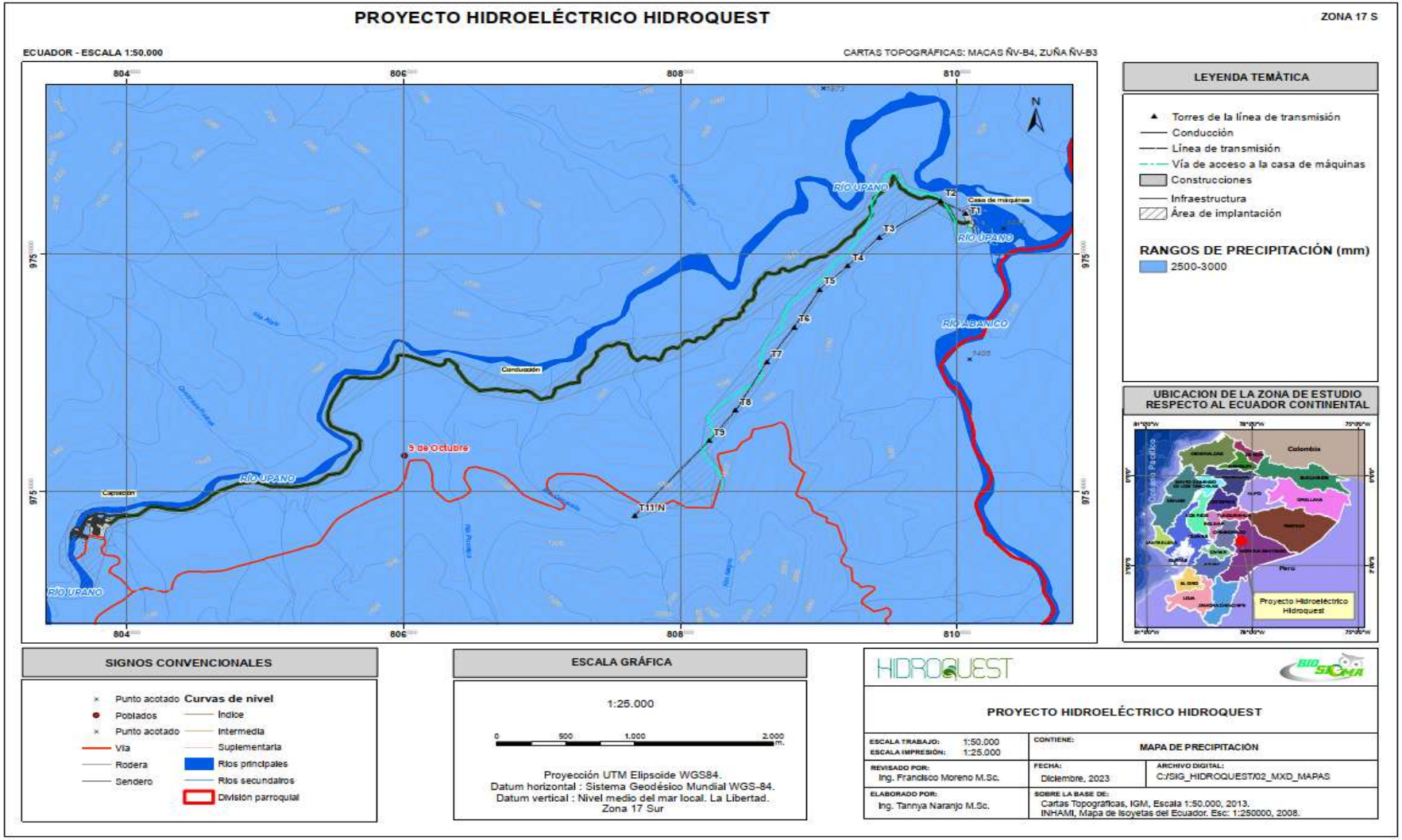


Figura 4. 40: Precipitación mensual promedio, estación Méndez, periodo 2009-2013
Fuente: Anuarios meteorológicos, estación M0501, periodo 2009-2013. INAMHI
Elaboración: Equipo Consultor

Siendo una cuenca de estribación andina, su magnitud y ocurrencia está influenciada en gran medida por la orografía. La lluvia sigue el denominado régimen oriental con la época más húmeda que va de marzo a julio, mientras que entre agosto y diciembre es el periodo menos lluvioso. Esto se evidencia en las dos estaciones consideradas en el análisis.

De acuerdo con el mapa de isoyetas y considerando la variación de altitud y de condiciones geomorfológicas, los rangos de precipitación, varía entre 2.500 mm/año en el sitio de captación y Casa de Máquinas, hasta los 3.000 mm/año.



Mapa 4. 72: Mapa de Precipitación
Fuente: INHAMI
Elaboración: Equipo consultor

4.2.6.3 Temperatura

La temperatura se ha evaluado en términos de características anuales y mensuales, obtenidos en estación M1040 Macas San Isidro – PNS, entre los años 2008 hasta el 2013. El análisis de los valores obtenidos permite indicar lo siguiente: es muy pequeña la variación de la temperatura media en el año, valor que fluctúa alrededor de los 20.5 °C.

En la siguiente tabla, se presentan los datos de temperatura mensual promedio reportadas.

TEMPERATURA MENSUAL ESTACIÓN M1040													
AÑO	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**TOTAL ANUAL**
2008									20,7	20,8	21,2	21,4	21,03
2009	20,5	19	19,7	20	20,6	20,1	20	20,6	21	21,4	21,3	20,8	20,42
2010	21,1	20,6	21,1	20,4	20,8	20,4	20,4	20,3	20,8	21,5	20,9	20,9	20,77
2011	21,1	20,9	20,7	20,8	20,9	20,6	19,7	20,5	20,5	21,4	21	20,8	20,74
2012	20,6	20,1	20,2	21,1	21	20,6	19,9	20	20,4	21,3	21,6	21,3	20,68
2013	20,7	19,9	20,9	21	21,3	20,3	19,9	20,2	20,5	21,4	21,3	21,3	20,73
PROMEDIO	20,8	20,1	20,52	20,66	20,92	20,4	19,98	20,32	20,65	21,30	21,22	21,08	20,67

Tabla 4. 37: Temperatura mensual
Fuente: Anuarios meteorológicos, estación M1040, periodo 2008-2013. INAMHI
Elaboración: Equipo consultor

Las temperaturas menores medias mensuales se observan por lo general en los meses de febrero, junio, julio y agosto, mientras que las temperaturas medias máximas ocurren entre octubre y enero, y el mes de mayo. A continuación, se muestra gráficamente la distribución mensual de temperatura conforme los datos de la estación M1040.

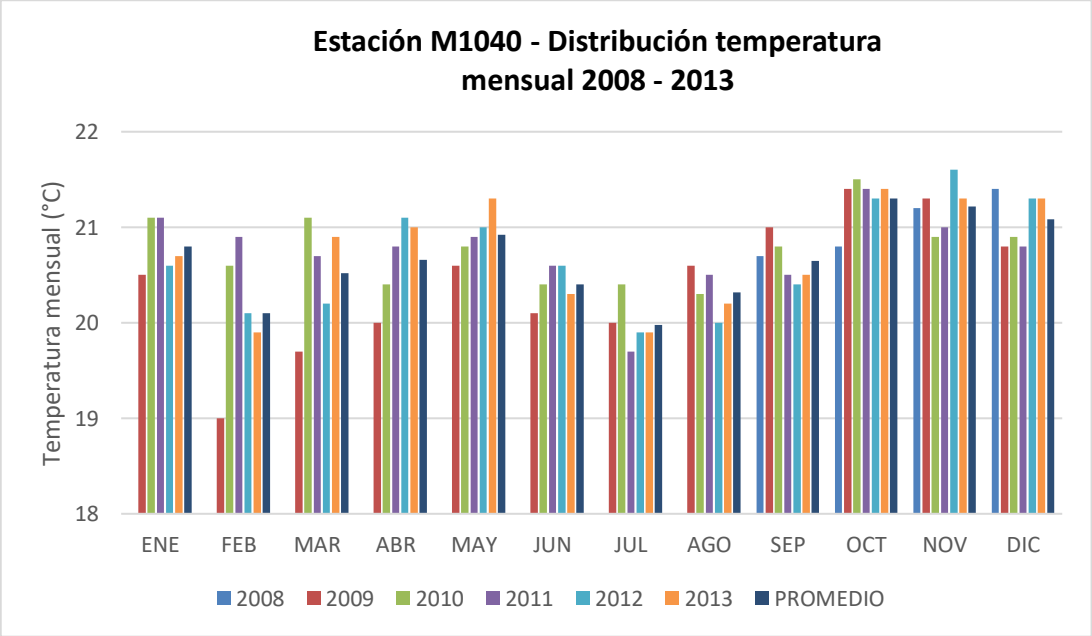


Figura 4. 41: Distribución temperatura mensual
Fuente: Anuarios meteorológicos, estación M1040, periodo 2008-2013. INAMHI
Elaboración: Equipo consultor

Con respecto a la temperatura promedio, a continuación, se muestra gráficamente la misma conforme los datos de la estación M1040.

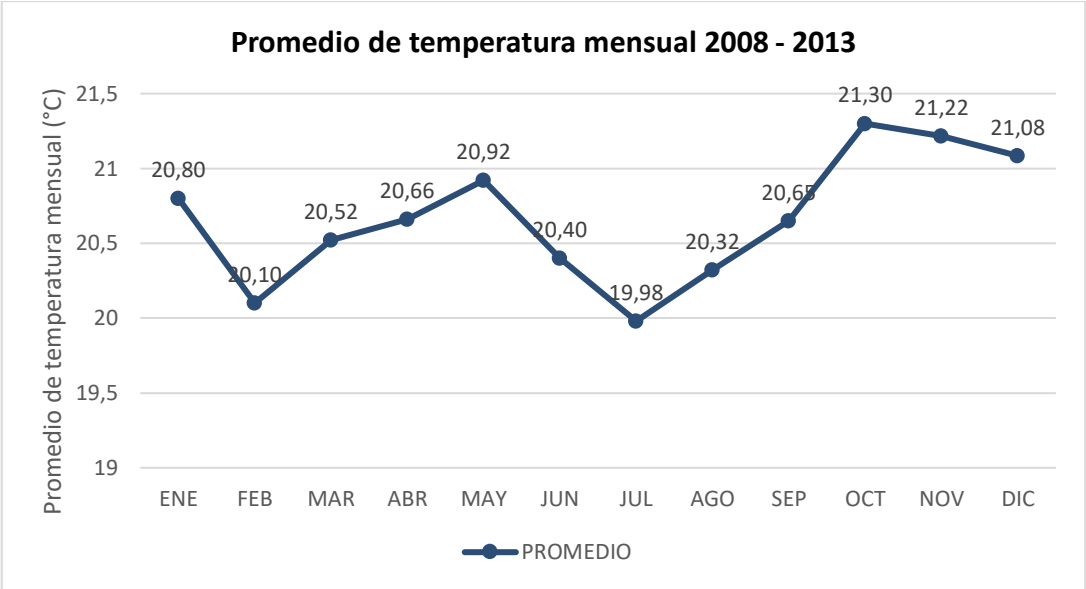
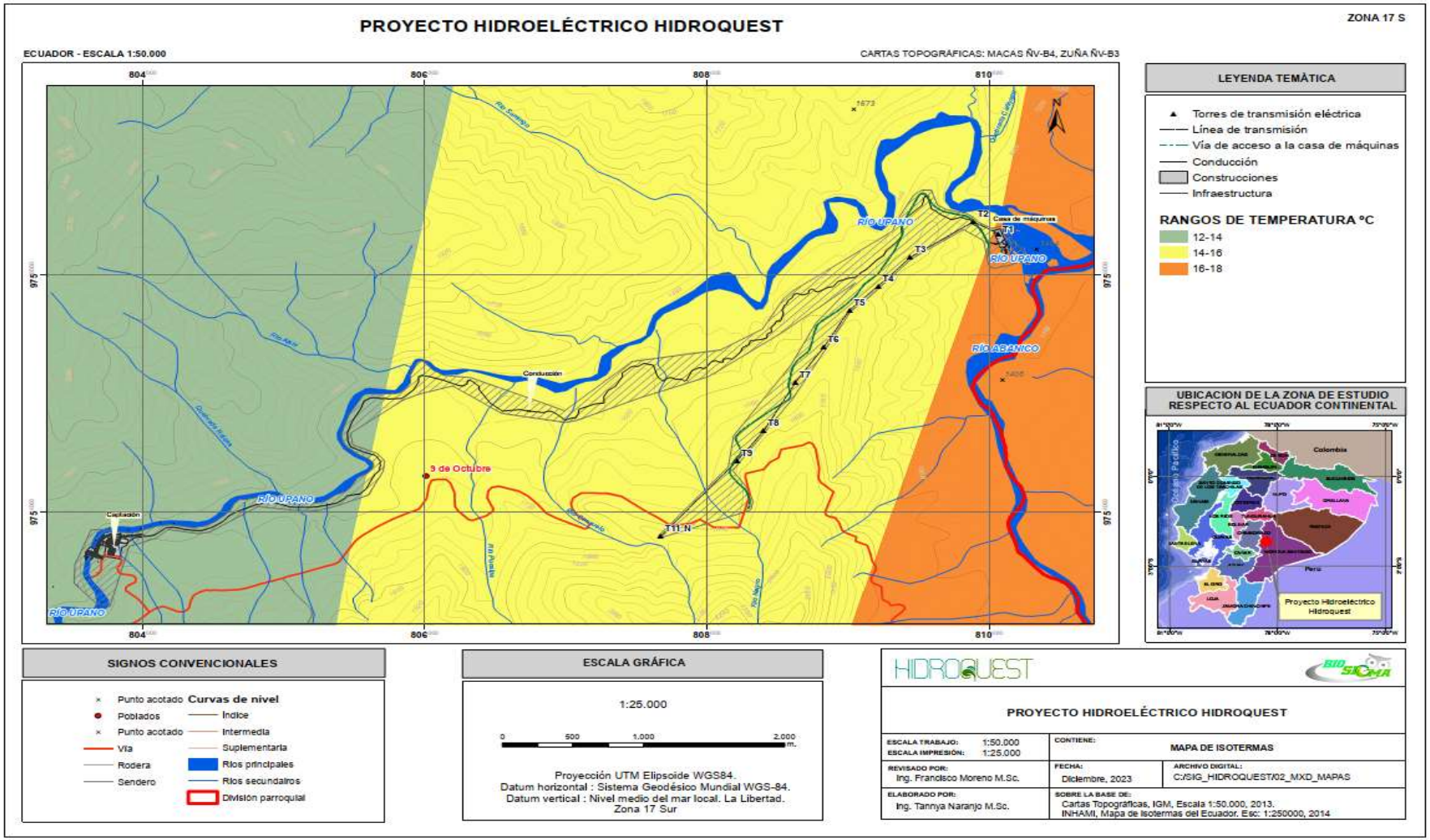


Figura 4. 42: Temperatura promedio 2008-2013
Fuente: Anuarios meteorológicos, estación M1040, periodo 2008-2013. INAMHI
Elaboración: Equipo consultor

Puesto que el proyecto está en la zona ecuatorial, no hay variaciones significativas para las magnitudes medias a lo largo de los meses.

De acuerdo con el mapa de isotermas, los rangos de temperatura varían entre 12 y 18°C. En el sitio de captación la temperatura es ligeramente inferior a la del sitio de conducción y Casa de Máquinas.



Mapa 4. 83: Mapa de Isotermas
Fuente: INHAMI
Elaboración: Equipo consultor

4.2.6.4 Humedad

La humedad está relacionada con la altitud (variación altitudinal) de las áreas en análisis. La humedad relativa se ha evaluado de acuerdo con datos anuales y mensuales, obtenidos en estación M1040 Macas San Isidro – PNS, entre los años 2008 hasta el 2013.

En general, la humedad relativa presenta valores mensuales promedio que van desde 81% hasta 92%, mientras que los promedios anuales están entre 85,5% hasta 88,8%. Para el periodo analizado (2008-2013), se tiene un promedio de humedad de 87,1%.

HUMEDAD RELATIVA % MENSUAL ESTACIÓN M1040													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL
2008									87	85	88	86	86,50
2009	88	93	92	90	90	91	92	90	89	90	88	89	90,17
2010	87	90	88	90	90	92	90	85	84	87	90	90	88,58
2011	88	89	90	87	88	89	90	85	88	85	86	83	87,33
2012	85	84	83	83	82	83	83	81	81	82	82	83	82,67
2013	85	88	86	85	88	89	88	89	86	84	87	86	86,75
PROMEDIO	86,6	88,8	87,8	87	87,6	88,8	88,6	86	85,83	85,50	86,83	86,17	87,10

Tabla 4. 38: Humedad relativa mensual
Fuente: Anuarios meteorológicos, estación M1040, periodo 2008-2013. INAMHI
Elaboración: Equipo consultor

Los meses que presentan menor humedad relativa son agosto, septiembre y octubre; mientras que el mayor porcentaje promedio de humedad se presenta en febrero, junio y julio.

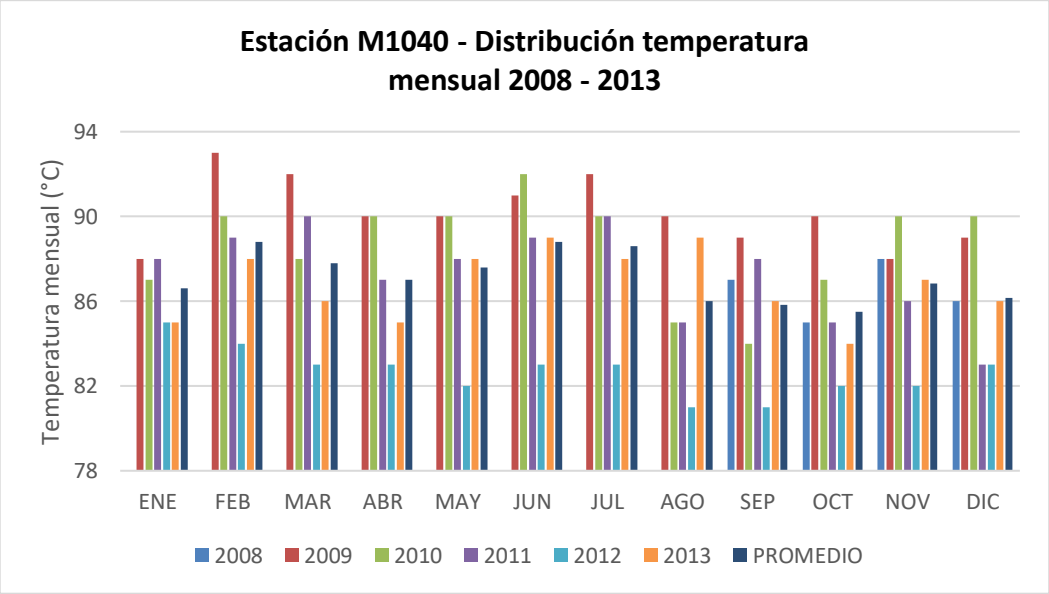


Figura 4. 43: Distribución humedad relativa mensual 2008-2013
Fuente: Anuarios meteorológicos, estación M1040, periodo 2008-2013. INAMHI
Elaboración: Equipo consultor

Con respecto a la humedad promedio, a continuación, se muestra gráficamente la misma conforme los datos de la estación M1040.

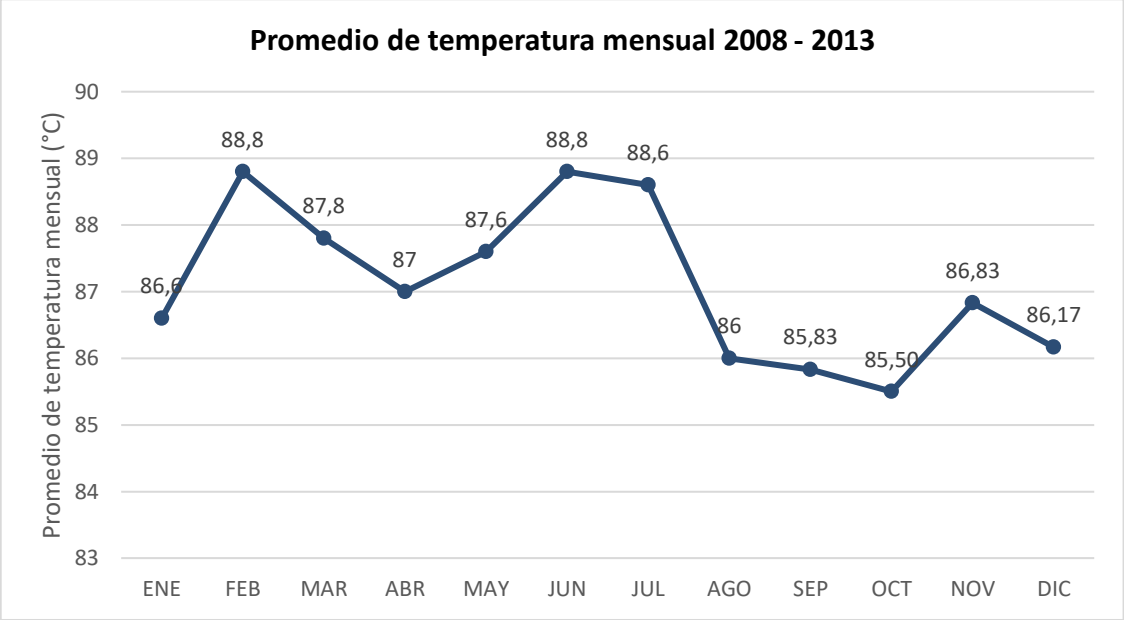


Figura 4. 44: Humedad relativa promedio 2008-2013
Fuente: Anuarios meteorológicos, estación M1040, periodo 2008-2013. INAMHI
Elaboración: Equipo consultor

4.2.6.5 Viento

No se pueden establecer gráficos regionales del comportamiento del viento, pues son fuertemente influenciados por la orografía y no hay suficientes estaciones en el área que permitan definir un comportamiento regional; sin embargo, sí existen valores puntuales en las estaciones con registros.

En la siguiente tabla se indican los valores de velocidad máxima del viento en las estaciones Macas – Aeropuerto, Arenales, Peñas coloradas y Sucúa.

VELOCIDAD MAX DEL VIENTO	Macas Aeropuerto	Arenales	Peñas Coloradas	Sucúa
[Km / hora]	55	58	72	43
Nota: las series del registro son cortas, por lo que se sugiere que al menos se esperan velocidades máximas de entre 50 a 70 Km/hora para esta zona de las estribaciones andinas.				

Tabla 4. 39: Velocidad del viento en estaciones analizadas
Fuente: INHAMI
Elaboración: Equipo consultor

Con el análisis de estos datos, se presume que para la zona superior del Upano habría máximas de entre 50 a 70 Km/hora.

4.2.7 CALIDAD DE PAISAJE

Con el término paisaje se define al medio desde un punto de vista perceptivo y principalmente visual. Al paisaje lo constituyen todos los componentes ambientales físicos, bióticos y sociales en interacción y modificación continua.

Se puede describir un paisaje por sus rasgos característicos o definirlo refiriéndose a las condiciones en las cuales se formó, así como a aquellas que determinan su evolución actual ante nuestros ojos. Los elementos pueden ser: la vegetación o sus sistemas de explotación, la estructura geológica o topográfica, el clima actual o el balance de la evolución climática anterior, los escurrimientos y el drenaje, el suelo, así como otros más o menos primordiales por la anterioridad cronológica o la anterioridad causal en un sistema interactivo (Winckell et al., 1997).

En base a la revisión bibliográfica del Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica, en su libro "Los Paisajes Naturales del Ecuador; las Regiones y Paisajes de Ecuador", el área de estudio comprendería a los paisajes de la Amazonía ecuatoriana, entre ellos:

- *Niveles no diferenciados, entallados y disectados de Tena, Puyo y Macas (unidad 264).- Un gran complejo de glacis disectados se extiende alrededor del Puyo, Palora y Macas, entre 1.100 y 900 m de altura, con un ligero buzamiento hacia el este. Corresponde a la coalescencia de los conos detrîticos provenientes de los ríos Pastaza, Palora y Upano, dominados por los volcanes Tungurahua y Sangay.*

  En las zonas en donde los colonos, han ocupado las partes bajas, planas y con un acceso más fácil empujando a los indígenas hacia las partes altas, resulta interesante constatar que las tierras, degradadas por un uso pastoral abusivo, son casi estériles.

- *Conos coalescentes quebrados al pie del Sangay (unidad 265). Los conos ubicados inmediatamente al pie del volcán Sangay se juntan aguas abajo con los anteriores esparcimientos y resulta evidente que pertenecen al mismo conjunto cronológico.*

  Sin embargo, se diferencian de la unidad anterior por una inclinación más fuerte y un perfil alargado con una concavidad más acentuada. Además, el modelado superficial esta netamente más disectado. Asocia superficies superiores compuestas por una yuxtaposición de colinas redondeadas subiguales entalladas por profundos barrancos con faldas rectilíneas.

  Es probable que la proximidad del volcán se acompaña de un aumento de los productos de origen volcánico: escorias, proyecciones y remodelación de materiales provenientes de coladas. La presencia de pequeños accidentes recientes, de orientación norte-sur, que se traducen por desniveles superficiales de algunos metros. Está relacionada con la actividad sísmica y volcánica, reciente y actual del Sangay.

La evaluación del paisaje no solo comprende la interacción de los elementos naturales, sino su relación con los elementos antrópicos. El paisaje es un elemento dinámico, permanece en continua evolución y trasformación, aunque ésta no sea perceptible. Su característica dinámica depende de procesos naturales del medio

biótico y abiótico y procesos antrópicos, considerando al hombre como un componente elemental de la naturaleza. A pesar de esta influencia, las dinámicas a largo plazo tienden a restaurar el equilibrio causado por cambios bruscos y llevar el conjunto a fases más estables (C. Troll-1971; Zonneveld1979).

El paisaje del área de influencia es un paisaje mixto con áreas antrópicas y relictos boscosos, presenta una cubierta vegetal discontinua con variaciones escénicas como:

- Presencia de fincas, infraestructura hidroeléctrica, vías de acceso, cabecera parroquial de 9 de Octubre.

- Zonas de regeneración o rastrojo con dominancia de vegetación herbácea y arbustiva con árboles aislados, zonas de varios cultivos y amplias áreas de pastizales.

- Zona de relictos de bosque secundario principalmente.

El área del proyecto es típico de las estribaciones de la cordillera Oriental; esto es, piedemonte, colinas altas y vertientes irregulares, hasta estructuras montañosas con pasturas y árboles en pie ralos siempre verdes y vegetación exuberante en las laderas y sitios más escarpados; aunque en ciertos sectores, inclusive en área de pendientes, se observan importantes espacios de pasto.

4.2.7.1 Metodología de evaluación del paisaje

La metodología utilizada es la de Canter (Environmental Impact Assessment, 1996, Predicción y estudios de impactos visuales), que se basa en información colectada en campo, a la cual se le da una valoración de:
3 = alta
2 = media
1 = baja
0 = ninguna

En base a la valoración, se analizan los siguientes componentes:

- **Entorno natural. -** Esta es una medida que evalúa la cercanía de cada componente al estado natural sin cambios antropogénicos. Cualitativamente, una calificación Alta implica que no existen cambios antrópicos significativos; Media, que hay evidencia de algunos cambios significativos; y, Baja que el componente ha sido visiblemente alterado.

- **Escasez. -** Esta es una medida que evalúa la rareza de un componente estético dentro del contexto del ambiente donde ocurra. Alta significa que el componente estético no es común en la región. Media significa que el

componente estético está presente y no es raro. Baja significa que el componente estético es común.

- **Estética. -** Es una medida que evalúa la apreciación y las consideraciones sobre la calidad sensorial del componente (sentidos), especialmente la capacidad de agrado hacia el observador. Es importante decir que la cuantificación de esta variable es subjetiva, ya que dependerá del criterio y conocimiento que tenga el observador sobre el área analizada. Un valor Alto significa que el valor visual es considerado muy atractivo. Medio significa que el valor visual es considerado atractivo. Bajo significa que el valor visual no tiene una significancia especial para el observador.

- **Importancia para la conservación. -** Es una medida que evalúa la importancia para la conservación de la zona, incluyendo su relevancia turística, histórica, arqueológica, ecológica o de interés arquitectónico. Una calificación cuantitativa Alta significa que es un área muy importante para la conservación (como parques nacionales, reservas, bosques protectores). Media significa que es un área importante para la conservación (como pantanos y bosques maduros). Baja significa que son áreas intervenidas.

Factores	Evaluación del Paisaje			
	Ninguna	**Baja**	**Media**	**Alta**
Estado Natural	0	1	2	3
Escasez	0	1	2	3
Estética	0	1	2	3
Importancia para la Conservación	0	1	2	3

Tabla 4. 40: Evaluación del paisaje
Fuente: Environmental Impact Assessment, 1996, Predicción y estudios de impactos visuales
Elaboración: Equipo consultor

4.2.7.2 Resultado de evaluación del paisaje

Conforme la ALINEACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE ALSHI 9 DE OCTUBRE 2015- 2019 AL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2017- 2021 "TODA UNA VIDA", *en la parroquia no se practica el turismo, aunque el territorio parroquial está rodeado por bosques primarios como el Parque Nacional Sangay donde existen plantas y animales silvestres en gran variedad y cantidad, las caudalosas aguas del río Upano, Abanico y otros afluentes, cascadas entre otros, que por desconocimiento y la falta de apoyo de las autoridades la población no han podido realizar actividades turísticas en la parroquia*.

De los 51 atractivos turísticos del cantón Morona 4 lugares están ubicados en la parroquia Alshi (9 de Octubre):

- *Mirador Loma El Tigrillo*
- *Río Abanico*

- *Parque Nacional Sangay*
- *Parroquia 9 de Octubre*

El turismo al no estar socializado en la parroquia, hasta el momento no se cuenta con un estándar de oferta turística para la ciudadanía que requiera de este servicio.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la valoración de las características del paisaje de cada uno de los atractivos turísticos citados en el área del proyecto considerando:

- No al río Abanico únicamente sino a la confluencia de los ríos Abanico y Upano.
- Si bien el proyecto no interseca con el Parque Sangay se evalúa el Bosque Protector Abanico (BPA).

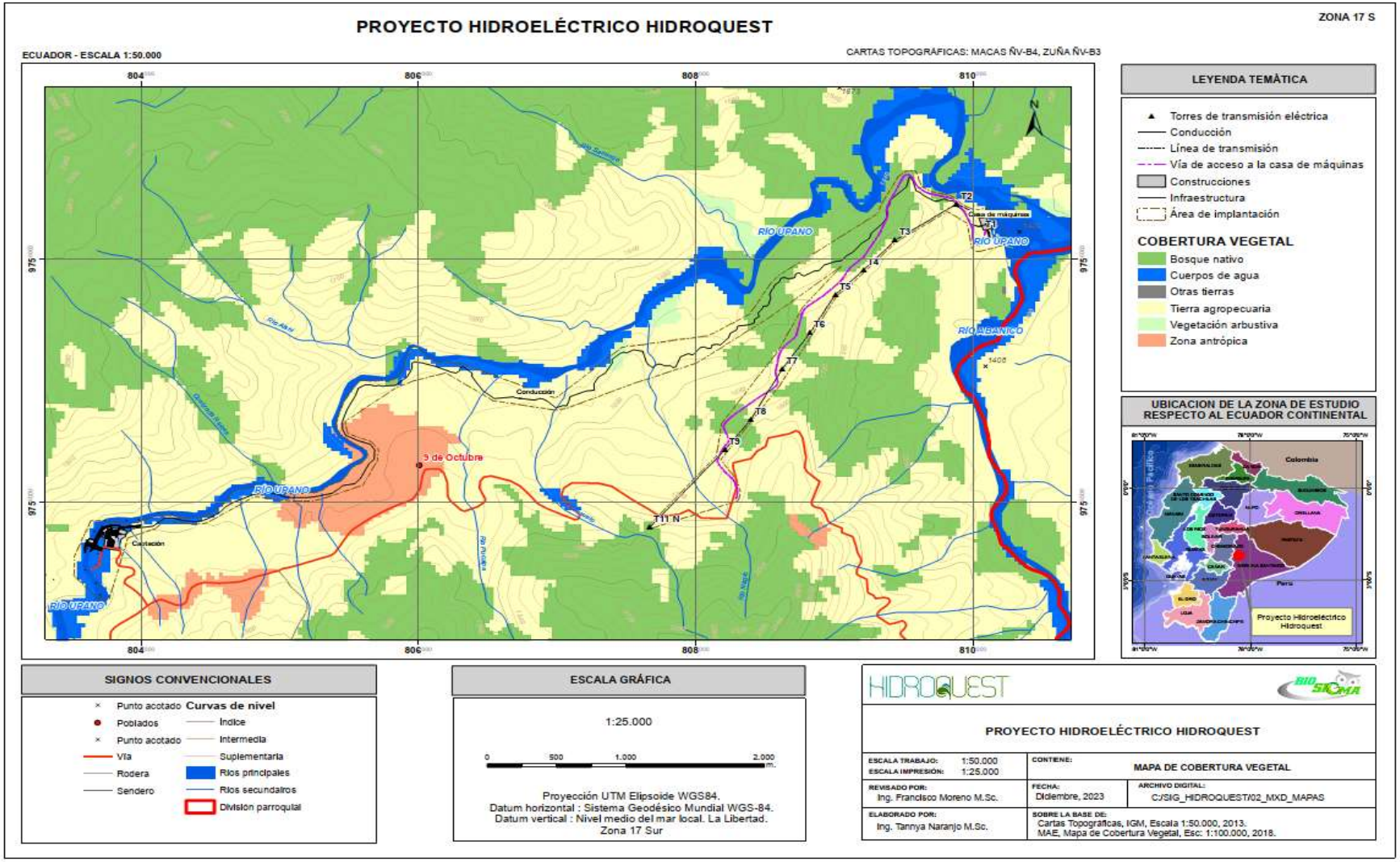
Factor de evaluación	Mirador Loma Tigrillo	Río Abanico y Upano	BPA	Parroquia 9 de Octubre	Resumen
Estado Natural	2	2	2	1	1,7
Escasez	2	2	2	2	2
Estética	2	2	2	2	2
Importancia para la Conservación	2	2	3	1	2

Tabla 4. 41: Evaluación del paisaje
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Al realizar una calificación de la calidad visual del paisaje; se puede establecer que se encuentran características geomorfológicas, hidrográficas, ecológicas y antrópicas que potencian la calidad del paisaje.

Si bien el área se encuentra con un importante grado de alteración, que ha conducido a la pérdida de la cobertura vegetal original; la presencia de una fisiografía irregular y cambiante; la presencia del curso del Río Upano y Abanico, así como la presencia de relictos de vegetación asociados al Bosque Protector Abanico definen al área de implantación del proyecto como de calidad Media de paisaje.

Un factor potenciador del paisaje es la presencia del Bosque Protector Abanico y volcán Sangay visible desde el área del proyecto.



Mapa 4.14: Mapa de cobertura vegetal/Paisaje
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Figura 4. 45: Vista general del sector el Tigrillo. Unión ríos Upano y Abanico y Bosque Protector Abanico

Figura 4. 46: Vista general del área de Casa de Máquinas Bosque Protector Abanico

Figura 4. 47: Volcán Sangay visto desde el área cercana al proyecto

Considerando el paisaje antrópico, el área se caracteriza por una mixtura, con sectores eminentemente rurales, combinados con sectores poblados con infraestructura urbana tales como la cabecera parroquial de Alshi/9 de Octubre y áreas de desarrollo de actividades productivas, especialmente ganaderas.

Figura 4. 48: Parroquia Alshi

Figura 4. 49: Paisaje de zonas intervenidas

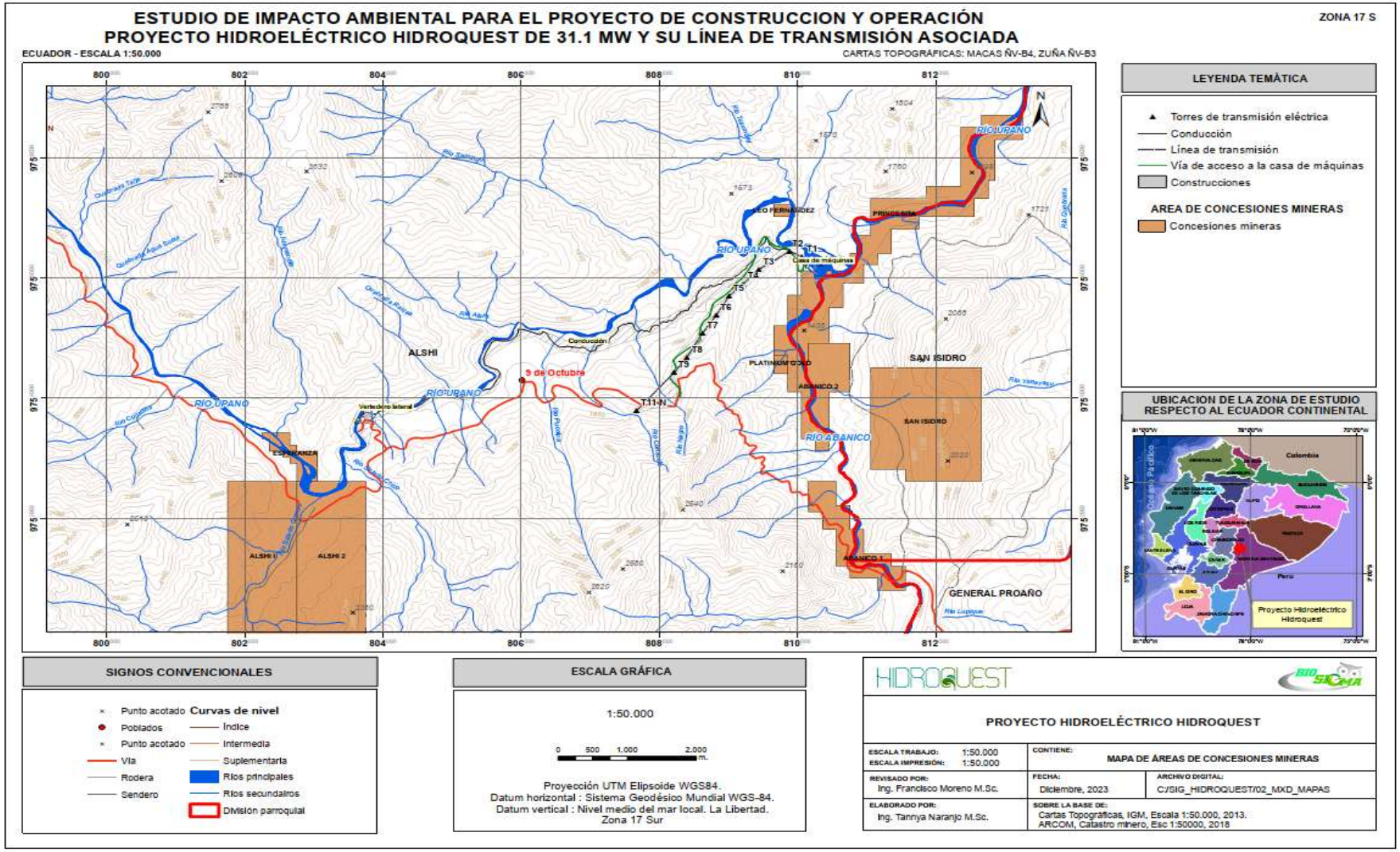
Es importante señalar que dentro del Plan de Manejo Ambiental se considera principalmente las actividades de revegetación y reforestación de áreas intervenidas a fin de mitigar el impacto sobre el paisaje y mantener la calidad del recurso paisajístico.

4.2.6.3 Áreas concesionadas para la minería

En la siguiente tabla y mapa se muestran las áreas que actualmente están registradas o en trámite como concesión minera tanto metálica como no metálica, cerca del Área de influencia del proyecto hidroeléctrico Hidroquest.

Nombre concesión	Codigo catastral	Ubicación Parroquia	Regimen	Tipo de material	Superficie	Estado
ALSHI 1 ALSHI 2	90000442 90000443	Alshi	Pequeña	No metálico	300 Ha 300 Ha	Inscrita
GADPMS NAYA UPANO	90000672 90000674	Alshi	Pequeña	Material de construcción	8 Ha 8 Ha	Trámite
ABANICO 1 ABANICO 2	102723 102724	Alshi	Pequeña	Metálico	90 Ha 99 Ha	Inscrita
SAN ISIDRO	90000444	San Isidro	Pequeña	No metálico	294 Ha	Inscrita
PLATINIUM GOLD	990008	Alshi	Artesanal	Metálico	6 Ha	Trámite
PRINCESITA	90000503	Alshi	Pequeña	Metálico	275 Ha	Trámite
LEO FERNANDEZ	90000059	Alshi	Artesanal	Metálico	6 Ha	

Tabla 4. 42: Concesiones mineras en el área del proyecto.
Fuente: Geoportal de catastro minero
Elaboración: Equipo consultor



Mapa 4. 9: Mapa de concesiones mineras
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.3 COMPONENTE BIÓTICO

Los países megadiversos son aquellos que debido a su posición geográfica, características ambientales y riqueza etno-histórica, guardan la mayor biodiversidad (variedad de ecosistemas, especies y genes) y endemismo (especies biológicas exclusivas de un lugar determinado). Estos países, tienen entre el 60 y 70% de la diversidad del planeta, e individualmente guardan en su territorio, por lo menos el 10% de la riqueza biológica de cada grupo biológico

Por su ubicación en el centro del mundo, Ecuador concentra en un pequeño territorio (256.370 km2) más del 10% de la biodiversidad mundial. Hasta el momento se han descrito, según el Catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador, 17.058 especies de plantas vasculares, de las cuales 4.173 (26% son endémicas). (Jorgensen, 2014).

El 16 % (1.616 especies), de las aves del mundo, ubican al Ecuador como el cuarto país con mayor diversidad ornitológica1; 431 especies de mamíferos2, que representan aproximadamente el 8% de la mastofauna mundial ubican a nuestro país en el quinto lugar en América; es el tercer país en diversidad de anfibios con 563 especies3, luego de Brasil y Colombia y quinto en reptiles con 454 especies3.

Resultado de las actividades antropogénicas, 87 especies de mamíferos están bajo algún grado de amenaza; 144 especies de aves se encuentran enlistadas tanto en la UICN, como en el CITES, 15 de reptiles y más del 50% de las especies de anfibios ecuatorianos estarían amenazados. (UICN, 2014)

La caracterización biológica de cualquier área donde se desarrollan actividades productivas, es fundamental, pues aportan al conocimiento de la biodiversidad y permiten sugerir las acciones tendientes a minimizar los impactos que puedan producirse sobre los componentes biológicos del ecosistema, producidos por la operación y desarrollo de dichas actividades y proyectos.

La línea base biótica para el proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST, incluye los siguientes grupos: flora, mastofauna, avifauna, herpetofauna, entomofauna, ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos, en diferentes estaciones de muestreo, dado las características ecológicas de cada grupo estudiado.

La caracterización de flora y fauna del presente estudio, se realizó mediante la metodología de evaluaciones ecológicas rápidas EER (Sayre et al, 2002), el manual de métodos para inventarios de vertebrados terrestres (Suarez y Mena, 1994) y la publicación métodos de caracterización de comunidades bióticas del Instituto Alexander von Humbolt (Villareal et al. 2004) y la combinación con otras metodologías adaptadas a la fauna ecuatoriana, lo cual permitirá conocer el

[1] Ridgely, 2007
[2] PUCE 2015
[3] PUCE 2015

análisis de la diversidad, composición faunística de los sitios de muestreo cualitativo y cuantitativo que se encuentren dentro del área del proyecto

4.3.1 ECOSISTEMAS PRESENTES

Los ecosistemas de estribaciones o piemontanos, presentan una gran diversidad, debido a las condiciones topográficas de dichas zonas, que posibilitan la degradación rápida de los suelos ante procesos de deforestación masivos, como ha sucedido en el área del presente proyecto.

El área del proyecto resulta interesante desde el punto de vista ecológico, pues se convierte en un ecotono entre la vegetación Siempreverde Montano bajo de los Andes Orientales y los Bosques de Neblina Montanos de los Andes Orientales; donde la vegetación y la fauna pueden presentar interesantes índices de endemismo

Por la cercanía al Parque Nacional Sangay, Bosque Protector Abanico y las dificultades de acceso; la parte baja del proyecto, aún conserva ciertas características de los ecosistemas originales, aunque se aprecia un importante grado de alteración y transformación de los bosques en áreas de pasto y plantaciones. Esta intervención es más evidente aguas abajo del proyecto, donde en el sitio de descarga ya se evidencia la dominancia de áreas de pasto y terrenos baldíos, como se observa en las siguientes fotografías.

Figura 4. 50: Vista del valle del Upano, en el sector del proyecto nótese el grado de intervención de la vegetación aledaña.

Figura 4. 51: Vista del área de conducción, con remanentes de vegetación en los sectores más abruptos

Figura 4. 52: Vista general del área en el sector de 9 de Octubre; nótese la presencia de pastos, cultivos y vegetación arbórea aislada

Según el mapa de formaciones vegetales del Ecuador (MAE, 2013), en las áreas del proyecto se encuentran las siguientes formaciones vegetales:

Bosque Siempreverde Montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes. – En particular, son frecuentes los árboles de los géneros *Oreopanax, Weinmannia, Cinchona, y Ocotea* (Balslev y Øllgaard 2002). Entre las palmas más abundantes se incluyen *Dictyocaryum lamarckianum, Ceroxylon parvifrons, C. vogelianum, Geonoma densa, G. orbygnyana y Wettinia aequatorialis* (Balslev y Øllgaard 2002). Los helechos arborescentes están representados por *Dicksonia sellowiana, Cyathea caracasana* (Balslev y Øllgaard 2002). Las familias de árboles más comunes incluyen Melastomataceae, Rubiaceae, Lauraceae y Euphorbiaceae. En el sotobosque los arbustos comunes pertenecen a Piperaceae, y las hierbas megáfilas a Zingiberaceae y Heliconiaceae.

Las epífitas son extremadamente abundantes y diversas, con varios géneros restringidos a estas áreas, y en su mayoría, Orchidaceae (Bussmann 2003), pero también son diversos los individuos de Bromeliaceae (*Tillandsia, Guzmania*), y Araceae (*Anthurium*) (Balslev y Øllgaard 2002). En general estos bosques tienen

una topografía accidentada debido a un sistema complejo de crestas, pendientes fuertes, valles y barrancos. Los suelos son altamente heterogéneos, ferralíticos arcillosos, franco arcillosos, franco arcillo limosos y con drenaje moderado a bueno, siendo más ricos en nutrientes en las áreas de barrancos que en las crestas. La vegetación tiene mejores condiciones de crecimiento en las áreas de elevación más baja debido a mayor disponibilidad de nutrientes, y menor frecuencia de disturbios (Homeier et al. 2008).

En áreas alteradas se desarrollan árboles de 10-12 m de altura, de un solo estrato, en donde son abundantes *Axinea quitensis, Vismia tomentosa, Baccharis genisteloides*. Las zonas de deslaves y las laderas empinadas están cubiertas por gramíneas bambusoideas del género *Chusquea* (Balslev y Øllgaard 2002).

En el sotobosque los arbustos comunes pertenecen a Piperaceae, y las hierbas megáfilas a Zingiberaceae y Heliconiaceae. Los árboles son: *Abarema killipii, Alchornea grandiflora, Alzatea verticillata, Aniba muca, Axinaea sclerophylla, Beilschmiedia sulcata, Cecropia polyphlebia, Centronia laurifolia, Chamaedorea pinnatifrons, Cinchona lucumifolia, C. rugosa, C. officinalis, Clusia latipes, C. magnifolia, Cupania americana, Dictyocaryum lamarckianum, Elaeagia ecuadorensis, E. karstenii, Endlicheria formosa, E. sericea, Eschweilera caudiculata, Ficus krukovii, F. subandina, Geonoma interrupta, Graffenrieda emarginata, Hedyosmum anisodorum, H. translucidum, Heliocarpus americanus, Hieronyma asperifolia, H. fendleri, Hirtella triandra, Inga acreana, I. striata, Joosia aequatoria, Mabea elata, Matayba inelegans, Mauria heterophylla, M. membranifolia, M. simplicifolia. Meriania drakei, Miconia imitans, M. multispicata, Micropholis guyanensis, Naucleopsis glabra, Nectandra acutifolia, N. lineatifolia, N. membranacea, Ocotea aciphylla, O. benthamiana, O. cuneifolia, Oreopanax microflorous, Persea caerulea, Picramnia sellowii, Piper perareolatum, Podocarpus oleifolius, Prestoea ensiformis, Prunus opaca, Saurauia peruviana, Siparuna cascada, S. muricata, Tabebuia chrysantha, Tapirira obtusa, Vismia tomentosa, Weinmannia spp. , Wettinia maynensis, Zinowiewia australis* (Bussmann 2003, Lozano 2002, Homeier et al. 2008)

La vegetación se ubica en zonas montañosas de laderas o pendientes medianamente pronunciadas, aquí se registra una mezcla de especies de bosque húmedo tropical y especies de bosque de montaña por lo que constituye una zona de transición.

La humedad relativa del ambiente es bastante alta debido principalmente a la presencia de neblina, lluvias y abundantes musgos y epífitas que mantienen la humedad y canalizan el agua por goteo. El suelo es escaso y en ocasiones es reemplazado por una capa de humus y hojarasca en descomposición que se dispone a manera de un colchón sobre la roca.

Figura 4. 53: Vista de la vegetación del Bosque Siempreverde Montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes

Bosque de Neblina Montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes. - Esta zona de vida se encuentra por arriba de los 1500 msnm y se extiende en las vertientes de la cordillera Oriental hasta los 2900 metros. El promedio anual de precipitación pluvial oscila entre los 1000 y 2.000 milímetros y registra una temperatura media anual entre los 12 y 18º C.

La vegetación de esta zona de vida, se presenta como una densa montaña, aunque ha sido destruida para dar paso a la agricultura o pastizales para la ganadería. Originalmente En esta franja las epífitas, especialmente orquídeas, helechos y bromelias, son numerosas en especies e individuos, registrando probablemente su más alta diversidad.

La flora característica: *Bomarea* spp. (Amaryllidaceae); *Oreopanax andreanus* (Araliaceae), *Agnus acuminata* (Betulaceae), *Chusquea falcata* (Poaceae); *Podocarpus oleifolius* (Podocarpaceae), entre otras., *Tibouchina orensis*, *T. martiniana* (Melastomataceae); *Ruagea microphylla* (Meliaceae), entre otras.

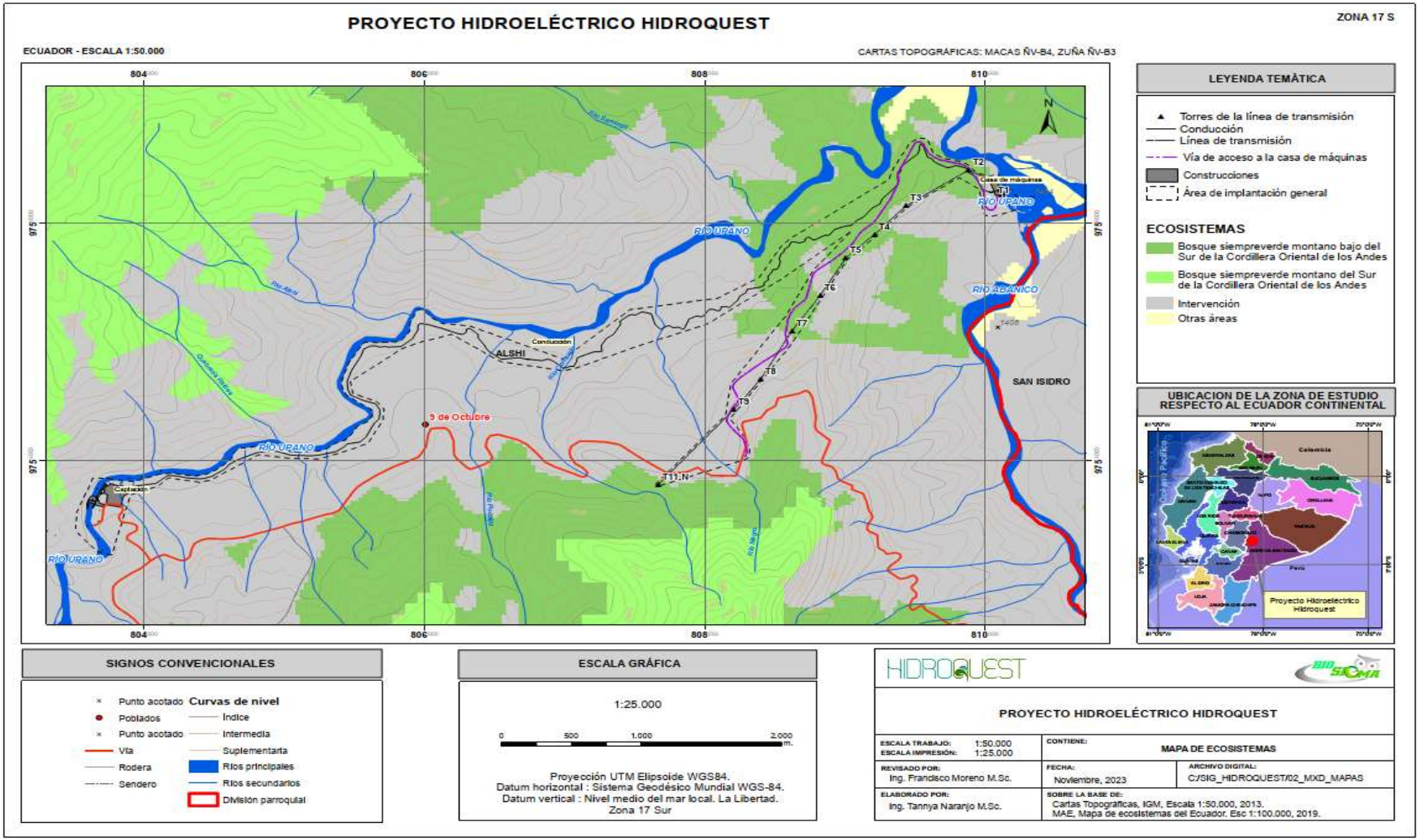
Figura 4. 54: Vista de la vegetación de Bosque de Neblina Montano de los Andes Orientales.

Cabe señalar que este tipo de ecosistema se encuentra cercano al proyecto pero no dentro de las áreas a intervenirse.

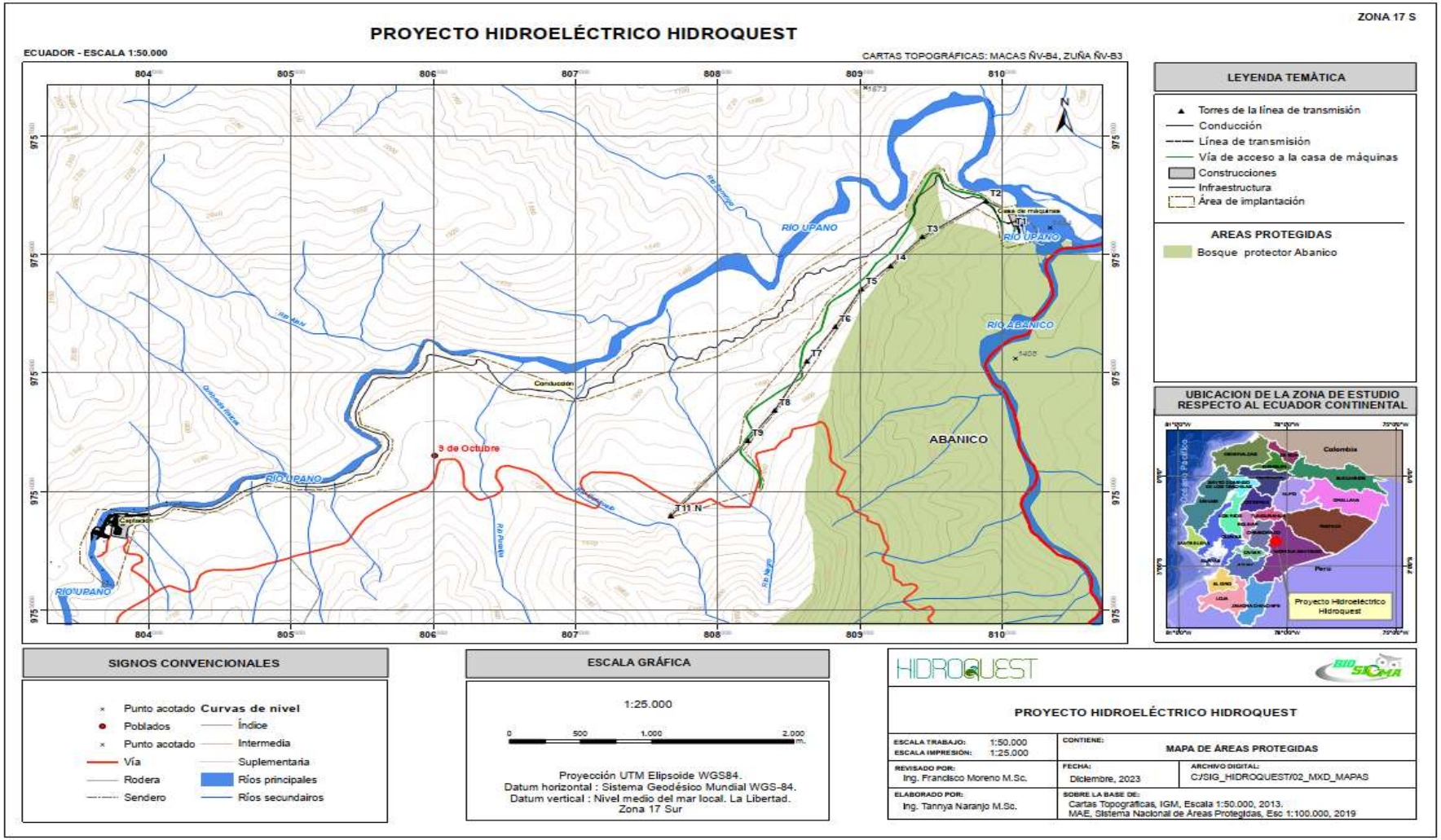
Áreas intervenidas.- Conformada principalmente por las áreas de pastizales que constituyen extensiones de terreno de pocas o varias hectáreas destinadas a la siembra de pastos para el ganado vacuno. El forraje preferido en la zona es el "pasto alemán" *Echinochloa polystachya* y el "pasto elefante" *Pennisetum purpureum* (Poaceae), generalmente se observan cercanos a las viviendas, en áreas donde el bosque natural fue reemplazado en su totalidad.

Figura 4. 55: Vegetación altamente intervenida en la unión de los ríos Upano y Abanico

A continuación, se presenta el mapa de ecosistemas del área del proyecto Hidroeléctrico Hidroquest.



Mapa 4. 10: Mapa de Ecosistemas
Fuente: MAE 2019
Elaboración: Equipo consultor



Mapa 4. 11: Mapa de Áreas Protegidas
Fuente: MAE 2019
Elaboración: Equipo consultor

4.3.2 FLORA

La flora de Ecuador es muy diversa, existen más 16.000 especies de plantas vasculares, de las cuales aproximadamente el 30% se concentra en la región amazónica (Jørgensen & León-Yánez, 1999). Estudios botánicos e inventarios florísticos en esta región han aumentado significativamente durante las dos últimas décadas, lo impresionante es que cada vez se encuentran nuevos registros y las especies nuevas para la ciencia siguen aumentando cada año, así lo demuestra la reciente publicación cinco años de adiciones a la flora del Ecuador 1999-2004 donde se establece que el número de plantas vasculares para Ecuador es 17.058 (Ulloa-Ulloa y Neill 2004). La Amazonía ecuatoriana presenta varios ecosistemas, de acuerdo con la clasificación de ecosistemas propuesta por el MAE (2013), el área de estudio corresponde a: Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsMn02).

Metodología

Dentro del análisis se evaluó la vegetación presente mediante métodos cuantitativos y cualitativos, lo que permitió verificar el estado actual y efectuar el análisis de la estructura y composición florística a través de la identificación de ecosistemas o formaciones vegetales y el tipo de cobertura vegetal presente en cada punto de muestreo.

La información fue levantada y registrada realizándose transectos lineales de 500 m tomando en cuenta especialmente a las especies mayores a 10 cm de DAP. En cada transecto se tomó datos de los nombres, características dasometricas, así como también las alturas y DAP de las especies presentes; no se colecto muestras de las especies, se realizó una identificación in situ, utilizando láminas fotográficas de plantas de Ecuador, Colombia y Perú, producidas por The Field Museum of Chicago, en aquellas especies de difícil identificación.

Mediante este recorrido se levantó la información de las especies que se encuentran en los alrededores del área de interconexión, derecho de vía, casa de máquinas y línea de transmisión que sirven de guía para caracterizar la zona.

Para el análisis de los datos se utilizó las fórmulas propuestas por (Cerón, 2015).

Área Basal (AB en m2). - El área basal de un árbol se define como el área del DAP en corte transversal del tallo o tronco del individuo. El área basal de una especie determinada en la parcela es la suma de las áreas básales de todos los individuos con DAP igual o mayor a 10 cm.

Densidad Relativa (Dn. R.). - La Densidad Relativa de una especie Determinada es proporcional al número de individuos de esa especie, con respecto al número total de árboles de la parcela o transecto.

Dominancia Relativa (Dm. R). - La Dominancia Relativa de una especie determinada es la proporción del área basal de esa especie, con respecto al área basal de todos los árboles de la parcela o transecto.

Índice del Valor de Importancia (IVI). - Se suman los dos parámetros, dominancia relativa y densidad relativa, para llegar al Valor de Importancia. La sumatoria del Índice de Valor de Importancia para todas las especies de la parcela es siempre igual a 200. Se puede considerar, entonces, que las especies que alcanzan un valor de importancia superior a 20 dentro del cuadrante, es decir el 10% del valor total, son importantes y comunes componentes del bosque muestreado.

Los cálculos se realizaron mediante las siguientes formulas:

Área Basal

$$AB = n\left(\frac{DAP}{2}\right)^2$$

Densidad Relativa

$$Dn.R = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ una\ especie}{Número\ total\ de\ los\ individuos\ de\ la\ parcela} * 100$$

Dominancia Relativa

$$Dm.R = \frac{Área\ basal\ de\ la\ especie}{Área\ basal\ de\ todas\ las\ especies\ de\ la\ parcela} * 100$$

Índice del Valor de Importancia (IVI)

$$IVI = DR + DMR$$

A continuación, se presenta los puntos de muestreo establecidos para el estudio de la flora.

Estación	Coordenadas				Hábitat	Tipo de muestreo
	Inicio		Fin			
PMF1 Casa de Máquinas, chimenea de equilibrio	809437	9756268	809095	9755927	Bosque secundario y pastizales	Transecto, recorridos de observación
PMF2 Conducción	807351	9754982	806791	9754861	Bosque secundario y pastizales	Transecto, recorridos de observación
PMF3 Captación/interconexión, conducción	804681	9753852	804132	9753784	Bosque secundario y pastizales	Transecto, recorridos de observación
PMF4 LT	808328	9754592	807997	9754115	Bosque secundario y pastizales	Transecto, recorridos de observación

Tabla 4. 43: Sitios de muestreo de flora
Fuente y elaboración: Equipo consultor

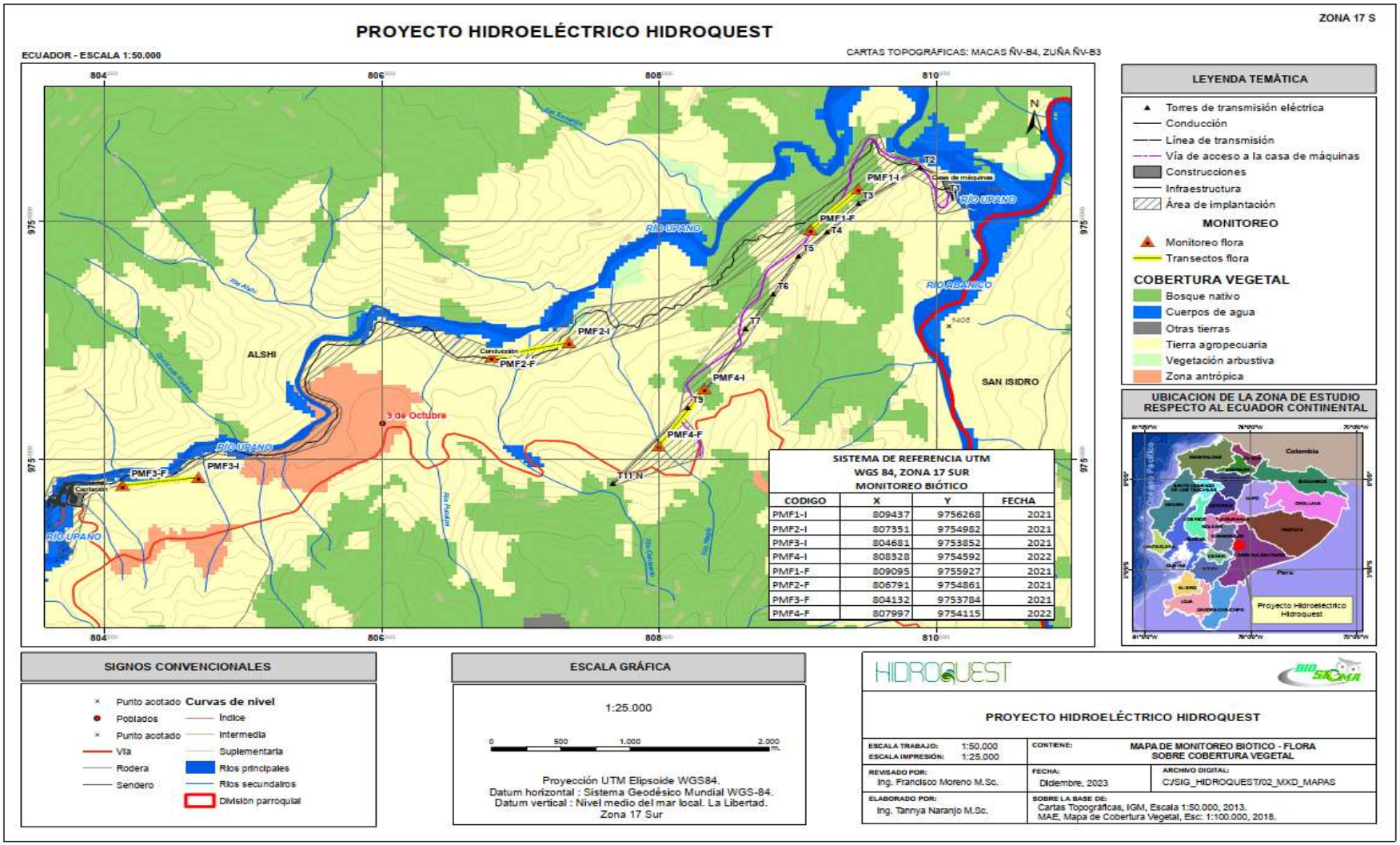


Tabla 4. 18: Mapa de puntos de muestreo de flora
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.3.2.1 Resultados

Transecto PMF1

En el sector cercano a la conducción y casa de máquinas, la cobertura vegetal en el dosel y subdosel es bastante densa, así como el sotobosque y el estrato herbáceo. Entre las especies más representativas del dosel, están: *Trema micrantha* (Cannabaceae), *Sapium laurifolium* (Euphorbiaceae), *Inga acrocephala* (Fabaceae), *Ocotea javitensis* (Lauraceae), *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), *Miconia pilgeriana* (Melastomataceae), *Ficus tonduzii* (Moraceae) y *Hyeronima macrocarpa* (Phyllanthaceae).

El subdosel estaba dominado por: *Guatteria* sp. (Annonaceae), *Oreopanax palamophyllus* (Araliaceae), *Bactris setulosa Euterpe precatoria var. Precatoria* (Arecaceae), *Critoniopsis tungurahuae, Verbesina latisquama* (Asteraceae), *Acalypha diversifolia, Croton lechleri, Sapium laurifolium* (Euphorbiaceae), *Inga acrocephala, Inga* sp. (Fabaceae), *Ocotea insularis* (Lauraceae), *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), *Miconia pilgeriana* (Melastomataceae), *Cedrela odorata* (Meliaceae), *Otoba parvifolia* (Myristicaceae), *Guettarda crispiflora, Palicourea thyrsiflora* (Rubiaceae), *Pouteria trilocularis* (Sapotaceae), *Huertea glandulosa* (Tapisciaceae), y *Bohemeria caudata* (Urticaceae).

En el sotobosque se distinguieron pequeños árboles: *Saurauia herthae* (Actinidiaceae), *Guatteria sp.* (Annonaceae), *Philodendron megalophyllum, Xanthosoma hylaeae* (Araceae), *Bactris setulosa, Euterpe precatoria var. Precatoria* (Arecaceae), *Verbesina latisquama* (Asteraceae), *Trema micrantha* (Cannabaceae), *Hedyosmum sprucei* (Chloranthaceae), *Chrysochlamys macrophylla* (Clusiaceae), *Costus scaber* (Costaceae), *Gurania spinulosa* (Cucurbitaceae), *Cyathea caracasana* var. *Caracasana, Cyathea planadae* (Cyatheaceae), *Dicksonia sellowiana* (Dicksoniaceae), *Acalypha diversifolia, Alchornea latifolia, Sapium laurifolium, Tetrorchidium macrophyllum* (Euphorbiaceae), *Inga acrocephala, Inga oerstediana, Inga* sp. (Fabaceae), *Heliconia pastazae* (Heliconiaceae), *Vismia laterifolia* (Hypericaceae), *Ocotea insularis, Ocotea javitensis, Persea caerulea* (Lauraceae), *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), *Miconia calvescens, M. grandifolia, M. insularis, M. pilgeriana, Topoboea* sp. Nov. (Melastomataceae), *Ruagea glabra, Trichilia pallida* (Meliaceae), *Mollinedia ovata* (Monimiaceae), *Ficus cuatrecasana, F. mutisii* (Moraceae), *Otoba parvifolia* (Myristicaceae), *Ardisia websteri* (Myrsinaceae), *Eugenia florida, Myrcia paivae* (Myrtaceae), *Piper macerispicum, P. perareolatum* (Piperaceae), *Chusquea scandens* (Poaceae), *Faramea uncinata, Palicourea* aff. *tomentosa* ssp. *Lojensis, Psychotria tinctoria* (Rubiaceae), *Tetrathylacium macrophyllum* (Salicaceae), *Allophylus floribundus, Cupania coriacea* (Sapindaceae), *Solanum anisophyllum* (Solanaceae), *Huertea glandulosa* (Tapisciaceae), *Bohemeria caudata, Pourouma cecropiifolia* y *Urera caracasana* (Urticaceae).

Los árboles emergentes representados por la palmera más conspicua de la región *Dictyocaryum lamarkianum* (Arecaceae) y *Protium opacum* (Burseraceae).

En el muestreo cuantitativo se registró 49 especies y 81 individuos, unicamente una especie puede ser considerada como dominante: *Otoba glycycarpa*, la cual posee 25,551 de IVI, lo que representa más del 12 % del total del transecto para esta especie, seguida por *Myrcia sp.* con 18,125 de IVI.

Familia	Especie	Fr.	AB (m2)	DnR	DmR	IVI
Myristicaceae	*Otoba glycycarpa*	7	1,3683	8,6420	16,9098	25,5518
Myrtaceae	*Myrcia sp.*	5	0,9672	6,1728	11,9529	18,1258
Moraceae	*Pseudolmedia sp.*	3	0,6125	3,7037	7,5700	11,2737
Meliaceae	*Cedrela odorata*	3	0,4077	3,7037	5,0388	8,7425
Moraceae	*Ficus máxima*	1	0,5801	1,2346	7,1694	8,4040
Sapotaceae	*Pouteria acuminata*	2	0,3904	2,4691	4,8252	7,2944
Indeterminado	*Indeterminado*	3	0,2863	3,7037	3,5379	7,2416
Fabaceae	*Inga acreana*	2	0,2972	2,4691	3,6731	6,1422
Sapindaceae	*Paullinia aff. Rufescens*	2	0,2707	2,4691	3,3458	5,8149
Lauraceae	*Aniba canelilla*	2	0,1942	2,4691	2,3997	4,8689
Sapotaceae	*Pouteria sp.*	2	0,1765	2,4691	2,1814	4,6505
Urticaceae	*Urera caracasana*	1	0,2694	1,2346	3,3296	4,5642
Lauraceae	*Aniba sp.*	2	0,1131	2,4691	1,3974	3,8665
Anacardiaceae	*Tapirira guianensis*	2	0,1084	2,4691	1,3400	3,8091
Lauraceae	*Endlicheria serícea*	2	0,1068	2,4691	1,3195	3,7886
Lauraceae	*Ocotea sp.*	2	0,0861	2,4691	1,0641	3,5332
Euphorbiaceae	*Alchorneae sp.*	2	0,0837	2,4691	1,0339	3,5030
Lauraceae	*Nectandra sp.*	2	0,0772	2,4691	0,9538	3,4229
Staphyleaceae	*Turpinia occidentalis*	2	0,0701	2,4691	0,8664	3,3356
Burseraceae	*Dacryodes peruviana*	1	0,1696	1,2346	2,0963	3,3309
Melastomataceae	*Miconia sp.*	2	0,0662	2,4691	0,8187	3,2879
Meliaceae	*Guarea kunthiana*	1	0,1650	1,2346	2,0393	3,2739
Sapotaceae	*Pouteria sff. Triloculari*s	1	0,1538	1,2346	1,9001	3,1347
Verbenaceae	*Aegiphila integrifolia*	1	0,1515	1,2346	1,8729	3,1075
Rubiaceae	*Palicourea sp.*	2	0,0236	2,4691	0,2911	2,7602
Fabaceae	*Inga sp.*	2	0,0213	2,4691	0,2633	2,7324
Rubiaceae	*Coussarea sp.*	2	0,0206	2,4691	0,2551	2,7242
Rosaceae	*Prunus cf. Debilis*	1	0,1165	1,2346	1,4399	2,6744
Rubiaceae	*Palicourea lasiantha*	1	0,0911	1,2346	1,1260	2,3605
Combretaceae	*Terminalia aff. Oblonga*	1	0,0877	1,2346	1,0843	2,3188
Meliaceae	*Trichilia pachypoda*	1	0,0674	1,2346	0,8324	2,0670
Clusiaceae	*Clusia sp.*	1	0,0589	1,2346	0,7274	1,9619
Moraceae	*Ficus sp.*	1	0,0575	1,2346	0,7105	1,9451
Burseraceae	*Dacryodes aff. Olivifera*	1	0,0472	1,2346	0,5831	1,8177
Sapindaceae	*Allophylus floribundus*	1	0,0413	1,2346	0,5098	1,7444
Annonaceae	*Unonopsis veneficiorum*	1	0,0368	1,2346	0,4547	1,6893
Clethraceae	*Clethra sp.*	1	0,0316	1,2346	0,3903	1,6249
Rubiaceae	*Faramea glandulosa*	1	0,0306	1,2346	0,3780	1,6126
Euphorbiaceae	*Tetrorchidium macrophyllum*	1	0,0268	1,2346	0,3308	1,5654
Euphorbiaceae	*Alchornea glandulosa*	1	0,0250	1,2346	0,3084	1,5430
Nyctaginaceae	*Neea sp.*	1	0,0250	1,2346	0,3084	1,5430
Salicaceae	*Casearia aculeata*	1	0,0199	1,2346	0,2459	1,4804

Familia	Especie	Fr.	AB (m2)	DnR	DmR	IVI
Solanaceae	*Slanum sp.*	1	0,0191	1,2346	0,2361	1,4707
Annonaceae	*Cremastosperma cauliflorum*	1	0,0147	1,2346	0,1818	1,4164
Annonaceae	*Unonopsis sp.*	1	0,0147	1,2346	0,1818	1,4164
Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	1	0,0115	1,2346	0,1420	1,3766
Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	1	0,0115	1,2346	0,1420	1,3766
Lauraceae	*Aniba cf. Hostmanniana*	1	0,0103	1,2346	0,1275	1,3620
Urticaceae	*Pourouma tomentosa*	1	0,0092	1,2346	0,1137	1,3483

Tabla 4. 44: Índice de valor de importancia para el PMF1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Transecto PMF2

Este transecto se estableció en el sector de la conducción, ubicado en bosque secundario en proceso de regeneración, sobre suelo colinado, pendiente menor a 45°, con intensa intervención humana, los árboles llegan a medir hasta más de 25 m de altura aproximadamente, posee tres estratos escasamente diferenciados: dosel, subdosel y sotobosque. Este tipo de bosque no presenta especies emergentes.

La cobertura vegetal en el dosel y subdosel es densa, el sotobosque y el estrato herbáceo densos. Entre las especies más representativas del dosel se encontraron a: *Verbesina latisquama* (Asteraceae), *Sapium laurifolium* (Euphorbiaceae), *Tetrorchidium macrophyllum* (Euphorbiaceae), *Inga nobilis ssp.* (Fabaceae), *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), *Miconia pilgeriana* (Melastomataceae), *Ficus tonduzii* (Moraceae) y *Guadua angustifolia* (Poaceae).

El subdosel y sotobosque casi no se diferencian, en razón de que se trata de un bosque secundario en proceso de regeneración, las especies constitutivas de estos estratos son: *Saurauia* aff. *prainiana, Saurauia herthae* (Actinidiaceae), *Schefflera dielsii* (Araliaceae), *Chamaedorea linearis* (Arecaceae), *Piptocoma discolor* (Asteraceae), *Hedyosmum angustifolium* (Chloranthaceae), *Clusia elliptica* (Clusiaceae), *Alsophila* sp*., Cyathea caracasana* (Cyatheaceae), *Asplundia sp.* (Cyclanthaceae), *Acalypha diversifolia, Croton lechleri, Sapium laurifolium* (Euphorbiaceae), *Inga edulis, Inga nobilis ssp. Cuaternata* (Fabaceae), *Heliconia pastazae* (Heliconiaceae), *Vismia laterifolia* (Hypericaceae), *Blakea subvaginata, Miconia aggregata, Miconia aureoides, Miconia trinervia* (Melastomataceae), *Ruagea glabra* (Meliaceae), *Ficus mutisii, Ficus tonduzii* (Moraceae), *Eugenia florida, Myrcia paivae, Myrciaria floribunda* (Myrtaceae), *Piper stileferum, Piper subscutatum* (Piperaceae), *Chusquea scandens, Guadua angustifolia* (Poaceae), *Palicourea lasiantha* (Rubiaceae), *Banara guianensis, Casearia sylvestris* (Salicaceae) y *Cupania coriacea* (Sapindaceae).

Las lianas, bejucos y hemiepífitas estaban representados por: *Oreopanax confusus* (Araliaceae), *Dioclea macrocarpa* (Fabaceae), *Marcgravia brownie* (Marcgraviaceae), y *Abuta rufescens* (Menispermaceae). También, helechos,

costáceas, marantáceas y gran cantidad de arbustos, venas y hierbas de escaso diámetro.

Dentro de transecto PMF3, se registró 33 especies y 92 individuos, una especie puede ser considerada como dominante: *Endlicheria sp.,* posee 21,91 de IVI, lo que representa más del 11 % del total de la parcela para esta especie.

Las restantes plantas poseen valores inferiores al 10 %, por lo que no pueden ser consideradas como dominantes.

En la siguiente tabla, las especies están organizadas de forma descendente de acuerdo al Índice de Valor Importancia, las especies que no forman parte del lisado poseen valores inferiores a tres, de acuerdo al IVI.

Familia	Especie	Fr.	AB (m2)	DnR	DmR	IVI
Lauraceae	*Endlicheria sp.*	1	1,21	1,09	20,8268	21,9138
Arecaceae	*Socratea exorrhiza*	13	0,22	14,13	3,7555	17,8860
Icacinaceae	*Metteniusa tessmanniana*	8	0,51	8,70	8,7055	17,4011
Lauraceae	*Ocotea sp.2*	8	0,34	8,70	5,7760	14,4717
Rubiaceae	*Palicourea sp.*	1	0,71	1,09	12,2415	13,3285
Fabaceae	*Inga vera*	7	0,29	7,61	4,9453	12,5540
Lauraceae	*Otoba glycycarpa*	7	0,28	7,61	4,7955	12,4042
Nyctaginaceae	*Neea sp.*	4	0,22	4,35	3,7855	8,1333
Hypericaceae	*Vismia baccifera*	3	0,23	3,26	4,0287	7,2896
Fabaceae	*Platymisciun sp.*	3	0,16	3,26	2,7568	6,0176
Euphorbiaceae	*Indeterminado*	3	0,13	3,26	2,3033	5,5641
Fabaceae	*Inga velutina*	3	0,12	3,26	2,0591	5,3200
Euphorbiaceae	*Tetrorchidium macrophyllum*	3	0,10	3,26	1,7647	5,0256
Rutaceae	*Esenbeckia amazonica*	2	0,14	2,17	2,4674	4,6414
Melastomataceae	*Miconia affinis*	3	0,05	3,26	0,9106	4,1714
Rubiaceae	*Faramea glandulosa*	2	0,11	2,17	1,8251	3,9990
Meliaceae	*Cedrela odorata*	1	0,15	1,09	2,5326	3,6196
Moraceae	*Ficus sp.*	1	0,13	1,09	2,3141	3,4010
Lauraceae	*Ocotea sp. 1*	2	0,06	2,17	1,0037	3,1776
Clusiaceae	*Clusia hammelina*	2	0,05	2,17	0,8747	3,0486

Tabla 4. 45: Índice de valor de importancia para el PMF2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Las especies en su mayoría poseen DAP inferior a 20 cm, en este grupo se registró 54 individuos, esto representa el 58 % del total de individuos registrados.

Otro grupo menos representativo se ubica entre los 15 y 20 cm, aquí se contabilizó nueve individuos, lo que representa el 9.78 % del total de individuos presentes dentro del transecto.

Se registró tres individuos con DAP superior a 50 cm, este valor representa alrededor del 3.26 % de los individuos notados.

Transecto PMF3

En el área cercana a la obra de toma y conducción en su primer tramo, ubicada junto al margen del río Upano, topografía colinada con intensa intervención humana; los árboles llegan a medir hasta más de 30 m de altura aproximadamente, posee tres estratos escasamente diferenciados en: dosel, subdosel y sotobosque. Este tipo de bosque si presenta especies emergentes.

La vegetación de dosel está representada por: *Dictyocaryum lamarkianum* (Arecaceae), *Inga extra-nodis* (Fabaceae), *Calatola costaricensis* (Icacinaceae) y *Blakea* cf. *repens* (Melastomataceae).

El subdosel estaba dominado por: *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae), *Guatteria* sp. (Annonaceae), *Critoniopsis pycnantha* (Asteraceae), *Clusia thurifera* (Clusiaceae), *Perrottetia disctichophylla* (Dipentodontaceae), *Inga acrocephala* (Fabaceae), *Inga nobilis, Vismia gracilis* (Hypericaceae), *Calatola costaricensis* (Icacinaceae), *Nectandra laurel* (Lauraceae), *Blakea* cf. *repens, Miconia floribunda, M. theaezans* (Melastomataceae), *Cedrela odorata, Guarea kunthiana* (Meliaceae), *Ficus cuatrecasana* (Moraceae), *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae), *Myrcia mollis* (Myrtaceae), *Hyeronima duquei* (Phyllanthaceae), *Prunus huantensis* (Rosaceae), *Elaeagia mariae* (Rubiaceae) y *Cecropia polyphlebia* (Urticaceae).

En el sotobosque se distinguen pequeños árboles: *Saurauia adenodonta* (Actinidiaceae), *Mauria heterophylla* (Anacardiaceae), *Guatteria* sp.*, Rollinia andicola* (Annonaceae), *Dictyocaryum lamarkianum, Geonoma undata, Prestoea ensiformis, Wettinia aequatorialis* (Arecaceae), *Critoniopsis pycnantha* (Asteraceae), *Hedyosmum angustifolium* (Chloranthaceae), *Cyathea caracasana* (Cyatheaceae), *Psammisia coarctata* (Ericaceae), *Inga nobilis* (Fabaceae), *Calatola costaricensis* (Icacinaceae), *Nectandra laurel, Ocotea benthamiana* (Lauraceae), *Blakea* cf. *repens, Meriania drakei, M.* sp.*, Miconia rivetii, M. theaezans* (Melastomataceae), *Ficus cuatrecasana* (Moraceae), *Otoba parvifolia* (Myristicaceae), *Stylogyne serpentina* (Myrsinaceae), *Fuchsia orientalis* (Onagraceae), *Elaeagia mariae, Guettarda crispiflora* (Rubiaceae), *Allophylus floribundus, Cupania coriacea* (Sapindaceae), *Cestrum megalophyllum* (Solanaceae) y *Cecropia polyphlebia* (Urticaceae).

Los árboles emergentes estaban constituidos de *Dictyocaryum lamarkianum* (Arecaceae) y *Ficus cuatrecasana* (Moraceae).

Las lianas, bejucos y hemiepífitas representados por: *Philodendron megalophyllum* (Araceae), *Heteropterys aureosericea* (Malpighiaceae) y *Marcgravia brownie* (Marcgraviaceae). También, helechos, costáceas, marantáceas y gran cantidad de arbustos, venas y hierbas de escaso diámetro.

Según el análisis cuantitativo se registró 18 especies y 59 individuos, cuatro especies pueden ser consideradas como dominantes: *Inga sapindoides* posee 26,539 de IVI, lo que representa el más del 13 % del total del transecto para esta

especie, seguida por Dictyocaryum lamarckianum con 25,575 de IVI, *Heliocarpus americanus* posee 21,405 de IVI y Ficus sp, posee 21,200 de IVI.

En la siguiente tabla se presenta los cálculos y valores estadísticos:

Familia	Especie	Fr.	AB (m2)	DnR	DmR	IVI
Fabaceae	*Inga sapindoides*	8	0,2249	13,5593	12,9804	26,5398
Arecaceae	*Dictyocaryum lamarckianum*	7	0,2376	11,8644	13,7111	25,5755
Malvaceae	*Heliocarpus americanus*	6	0,1947	10,1695	11,2358	21,4053
Moraceae	*Ficus sp. 2*	5	0,2205	8,4746	12,7256	21,2001
Hypericaceae	*Vismia baccifera*	6	0,1537	10,1695	8,8725	19,0420
Fabaceae	*Inga venusta*	4	0,1992	6,7797	11,4957	18,2754
Euphorbiaceae	*Sapium sp.*	5	0,1057	8,4746	6,0987	14,5733
Lauraceae	*Endlicheria serícea*	4	0,0761	6,7797	4,3922	11,1718
Malpighiaceae	*Bunchosia sp.*	1	0,0963	1,6949	5,5568	7,2517
Indeterminada	*Indeterminada*	2	0,0656	3,3898	3,7883	7,1781
Salicaceae	*Casearia aculeata*	3	0,0282	5,0847	1,6289	6,7137
Urticaceae	*Cecropia marginalis*	2	0,0551	3,3898	3,1784	6,5682
Nyctaginaceae	*Neea sp.*	1	0,0191	1,6949	1,1026	2,7976
Moraceae	*Ficus sp. 1*	1	0,0161	1,6949	0,9300	2,6249
Lauraceae	*Ocotea oblonga*	1	0,0127	1,6949	0,7348	2,4297
Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	1	0,0103	1,6949	0,5952	2,2901
Meliaceae	*Cedrela odorata*	1	0,0087	1,6949	0,5001	2,1950
Melastomataceae	*Miconia sp.*	1	0,0081	1,6949	0,4703	2,1652

Tabla 4. 46: Índice de valor de importancia para el PMF3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Transecto PMF4

El muestreo del sitio se realizó en el área de la LT. Se registró la presencia de 19 familias, 22 géneros, 27 especies y 66 individuos. En la siguiente tabla se detallan las especies clasificadas de manera descendente con base al valor estimado del Índice de Valor de Importancia (IVI).

N	Familia	Especie	N. ind	DnR	DmR	IVI
1	Arecaceae	*Socratea exorrhiza*	13	19,70	33,15	52,84
2	Fabaceae	*Inga aff. silanchensis*	4	6,06	12,50	18,56
3	Indeterminado	*Indeterminado*	6	9,09	7,52	16,61
4	Moraceae	*Brosimun sp*	3	4,55	8,01	12,56
5	Sapotaceae	*Pouteria sp.*	2	3,03	7,33	10,36
6	Moraceae	*Pseudolmedia sp.*	3	4,55	5,65	10,19
7	Lauraceae	*Nectandra sp.*	4	6,06	1,94	8,00
8	Lauraceae	*Ocotea sp*	3	4,55	1,67	6,22
9	Annonaceae	*Annona sp.*	3	4,55	1,46	6,01
10	Moraceae	*Ficus sp. 1*	1	1,52	4,27	5,79
11	Meliaceae	*Cedrela sp.*	1	1,52	3,99	5,51
12	Asteraceae	*Piptocoma discolor*	3	4,55	0,82	5,37
13	Moraceae	*Ficus sp. 2*	3	4,55	0,70	5,25
14	Salicaceae	*Casearia sp*	1	1,52	2,70	4,21
15	Actinidiaceae	*Saurauia prainiana*	2	3,03	0,75	3,78
16	Fabaceae	*Inga sp.*	2	3,03	0,65	3,68

N	Familia	Especie	N. ind	DnR	DmR	IVI
17	Rutaceae	*Zanthoxylum sp.*	2	3,03	0,60	3,63
18	Actinidiaceae	*Saurauia sp.*	1	1,52	1,24	2,76
19	Fabaceae	*Dussia lehmannii*	1	1,52	0,94	2,46
20	Asteraceae	*Critoniopsis sodiroi*	1	1,52	0,87	2,38
21	Rubiaceae	*sp.*	1	1,52	0,84	2,36
22	Lecythidaceae	*Eschweilera sp*	1	1,52	0,82	2,33
23	Melastomataceae	*Miconia sp.*	1	1,52	0,45	1,96
24	Urticaceae	*Cecropia angustifolia*	1	1,52	0,31	1,83
25	Burseraceae	*Dacryodes sp*	1	1,52	0,31	1,83
26	Hypericaceae	*Vismia baccifera*	1	1,52	0,28	1,80
27	Araliaceae	*Oreopanax sp*	1	1,52	0,20	1,72
Total			66	100	100	200
N. ind= número de individuos. DnR= densidad relaiva. DmR= dominancia relativa. IVI= índice de valor de importancia						

Tabla 4. 47: Especies registradas en el punto de muestreo
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Socratea exorrhiza* con el 19,70% representada por 13 individuos, seguido de *Sp 1* con el 9,09% (6 individuos); las especies *Inga silanchensis y Nectandra sp* con el 6,06% y representadas con cuatro individuos cada una.

De las 27 especies registradas, la especie que puede ser considerada como "muy importantes" y principal componente de este ecosistema, es *Socratea exorrhiza* que presenta un valor del IVI de 52,84. Estos resultados se deben a que esta especie presentó un número alto de individuos y a su vez una alta dominancia basal

Índices de Diversidad

Según Shannon-Wiener y haciendo un análisis técnico, para los tres transectos se obtienen valores altos de diversidad el valor supera los 3 bits y se interpreta como diversidad alta, mientras que en PMF3, el valor es inferior y se ubica en la escala superior de la diversidad media.

En este caso el índice se ve afectado por la riqueza de especies y una baja dominancia, sin embargo al cruzar con el índice de Simpson, este dato presenta cierta contradicción ya que según este mencionado índice, en los tres casos se presenta dominancia alta; lo descrito anteriormente indica que estos datos estadísticos no son relevantes o importantes para evaluar la calidad de un determinado hábitat, más aún si tomamos en cuenta que nuestro país es megadiverso y aun en sitios alterados se obtienes valores altos aplicando estos índices.

PM	Shannon-Wiener	Interpretación	Simpson	Interpretación
PMF1	3,71	Diversidad Alta	0,96	Dominancia Alta

PMF2	3,12	Diversidad Alta	0,93	Dominancia Alta
PMF3	2,58	Diversidad Media	0,91	Dominancia Alta
PMF4	2,97	Diversidad Media	0,92	Dominancia Alta

Tabla 4. 48: Índice de diversidad de flora
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índice Chao: Mediante el índice de Chao 1 en el área evaluada se precisó la presencia potencial para PMF1=70,24; PME2=53; y PMF3=27,5 en contraste con las especies registradas en ninguno de los tres casos existe concordancia ya que los valores hipotéticos superan marcadamente a los valores reales, lo cual nos sugiere un registro que abarca el 50%, de las especies esperadas.

En el caso de PMF4, este estimador estadístico nos permite pronosticar el número de especies a poder alcanzar en el muestreo, de acuerdo al número de especies raras reportadas en la muestra. En el presente estudio se registró 27 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar 43 especies, alcanzando un esfuerzo de muestreo del 62%.

Es importante analizar que el índice de Chao es aplicable para estudios de fauna terrestre en los que se realiza varias réplicas de muestreo en un mismo transecto y se espera obtener la mayor riqueza esperada y para ello se compara con el índice de Chao, para el caso de las plantas se trabaja por unidad de muestreo (parcela o transecto), y se incluye todas las especies de un determinado DAP (diámetro a la altura de pecho), por ello no tiene mayor validez el índice de Chao ya que se trabaja por unidad y más no por esfuerzo de muestreo.

Curva de Acumulación de especies

La curva de acumulación de especies muestra un aumento gradual en el número de especies registradas en función a las unidades de muestreo para la flora y pese a que no se estabiliza, tiende a adquirir la asíntota, lo cual de igual forma se contrapone a los valores obtenidos en el índice de Chao 1.

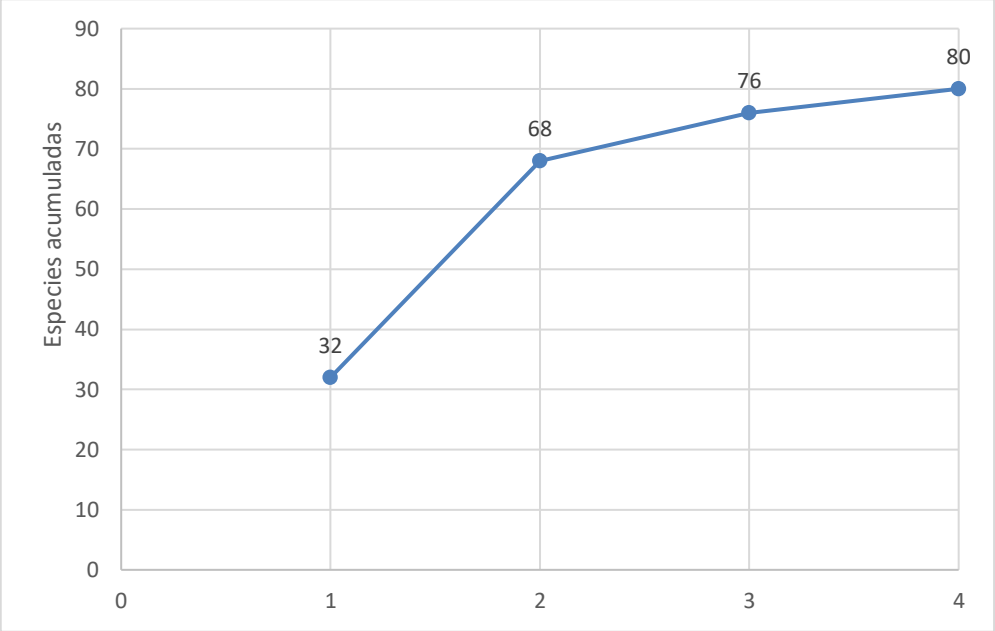


Figura 4. 56: Curva de acumulación de especies de flora
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Especies bioindicadoras

Son especies de plantas que sirven para indicar las condiciones del ambiente, también utilizado para definir el carácter del medio al que pertenece. Por extensión se puede hablar de bioindicadores geográficos, climatológicos, edáficos, etc. Para el caso del área del proyecto se ha determinado la presencia de las siguientes especies bioindicadoras:

Chusquea scandens, Ficus tonduzii, Sapium laurifolium, Inga edulis, Inga nobilis ssp. *Cuaternata, Heliocarpus americanus, Ruagea glabra, Banara guianensis* y *Casearia sylvestris*. *Bactris setulosa, Inga* sp., *Guatteria* sp., *Inga acrocephala, Miconia pilgeriana, Xanthosoma hylaeae, Hedyosmum sprucei, Cyathea planadae, Heliconia pastazae* y *Bohemeria caudata. Elaeagia mariae, Dictyocaryum lamarkianum, Cecropia polyphlebia, Saurauia adenodonta, Ficus cuatrecasana, Guatteria sp., Prestoea ensiformis, Inga nobilis, Miconia theaezans* y *Wettinia aequatorialis.*

Especies con pocos individuos en el área son: *Abuta rufescens, Alchornea latifolia, Alsophila* sp., *Anthurium amoenum, A. arisaemoides, A. breviscapum, Ardisia websteri, Asplundia* sp., *Banara guianensis, Blakea subvaginata, Casearia sylvestris, Cedrela odorata, Cestrum megalophyllum, Chamaedorea linearis, Chrysochlamys macrophylla, Clusia elliptica, C. thurifera, Critoniopsis tungurahuae, Croton lechleri, Cupania coriacea, Cyathea caracasana, Dicksonia sellowiana, Dioclea macrocarpa, Eugenia florida, Ficus mutisii, Fuchsia orientalis, Geonoma undata, Guarea kunthiana, Guettarda crispiflora, Hedyosmum angustifolium, Heteropterys aureosericea, Hyeronima duquei, H. macrocarpa, Inga edulis, I. extra-nodis, I. nobilis ssp. Cuaternata, I. oerstediana, Machaerium millei, Mauria*

heterophylla, Meriania drakei, Meriania sp., *Miconia aggregata, M. aureoides, M. calvescens, M. floribunda, M. insularis, M. rivetii, Miconia* sp., *M. trinervia, Mikania sp., Myrcia mollis, M. paivae, Myrciaria floribunda, Myrsine coriacea, Nectandra laurel, Ocotea benthamiana, O. javitensis, Oreopanax confusus, O. palamophyllus, Palicourea* aff. *tomentosa* ssp. *Lojensis, P. lasiantha, P. thyrsiflora, Perrottetia disctichophylla, Persea caerulea, Philodendron megalophyllum, Piper macerispicum, P. perareolatum, P. stileferum, P. subscutatum, Piptocoma discolor, Pourouma cecropiifolia, Pouteria trilocularis, Protium opacum, Prunus huantensis, Psammisia coarctata, Psychotria tinctoria, Rollinia andicola, Saurauia* aff*. prainiana, S. herthae, Schefflera dielsii, Solanum anisophyllum, Stylogyne serpentina, Tapirira guianensis, Tetrathylacium macrophyllum, Tetrorchidium macrophyllum, Topoboea* sp. Nov., *Trema micrantha, Trianaea* sp., *Trichilia pallida, Urera caracasana, Vismia gracilis* y *Vismia laterifolia.*

Especies de flora endémica y protegida

El Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador, basado en los criterios y categorías de las Listas Rojas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN), es válido para determinar el endemismo o el grado de amenaza de las especies presentes en esta zona.

Las especies endémicas y/o bajo categoría de amenaza (UICN), y las citada en las listas de CITES, se visualiza en la siguiente tabla, se trata de cuatro especies frecuentes en la unidad de estudio, ya que la mayoría de ellas se registraron en todas las parcelas o transectos de estudio.

Dentro de este grupo, la especie más relevante, viene a ser el cedro (*Cedrela odorata*), ya que se ubica en categoría de alto riesgo "En Peligro", sin embargo, es importante destacar que en la unidad de estudio esta planta es común y conspicua, tal es así que fue registrada en los tres transectos de estudio, esto es importante por cualquier impacto que podría provocar el proyecto sobre los especímenes de esta especie.

N	Familia	Especies	Categoría
1	Arecaceae	*Dictyocaryum lamarkianum*	LC - preocupación menor
2	Arecaceae	*Socratea exorrhiza*	LC – preocupación menor
3	Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	Apéndice II CITES
4	Meliaceae	*Cedrela odorata*	En Peligro (EN) / Apéndice III CITES
5	Fabaceae	*Inga aff. silanchensis*	VU - Vulnerable
6	Fabaceae	*Dussia lehmannii*	LC – preocupación menor
7	Asteraceae	*Piptocoma discolor*	LC – preocupación menor
8	Hypericaceae	*Vismia baccifera*	LC – preocupación menor
9	Actinidiaceae	*Saurauia prainiana*	LC – preocupación menor

Tabla 4. 49: Especies de flora amenazadas y protegidas por el CITES
Fuente: CITES
Elaboración: Equipo consultor

Uso del Recurso

Actualmente la unidad de estudio no constituye un sector del que se extraigan con frecuencia plantas de uso comercial, pues los individuos de interés son escasos porque ya fueron explotados en épocas pasadas, sin embargo, es importante destacar que en esta área existen 40 especies consideradas de importancia económica por la gente local, las cuales se detallan en la siguiente tabla.

N	Familia	Especie	N. común
1	Euphorbiaceae	*Alchornea glandulosa*	Hoja grande
2	Lauraceae	*Aniba canelilla*	Canelo blanco
3	Lauraceae	*Aniba cf. hostmanniana*	Alcanfor
4	Lauraceae	*Beilschmiedia sulcata*	
5	Urticaeae	*Cecropia sciadophylla*	Guarumbo
6	Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro
7	Clusiaceae	*Clusia hammelina*	Cauchillo
8	Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	Chonta negra
9	Burseraceae	*Dacryodes aff. olivifera*	
10	Burseraceae	*Dacryodes peruviana*	Copal
11	Arecaceae	*Dictyocaryum lamarckianum*	Palma blanca
12	Lauraceae	*Endlicheria sericea*	Canelon negro
13	Moraceae	*Ficus maxima*	Higueron
14	Moraceae	*Ficus spp.*	Higueron
15	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	Guaba ancha
16	Malvaceae	*Heliocarpus americanus*	Balsa
17	Phyllanthaceae	*Hieronyma alchorneoides*	
18	Phyllanthaceae	*Hyerinyma oblonga*	Chanul
19	Fabaceae	*Inga acreana*	Guaba delgada
20	Fabaceae	*Inga sapindoides*	Guaba
21	Fabaceae	*Inga velutina*	Guaba
22	Fabaceae	*Inga venusta*	Guabilla
23	Fabaceae	*Inga vera*	Guabilla
24	Metteniusaceae	*Metteniusa tessmanniana*	Maquer
25	Myrtaceae	*Myrcia sp.*	Arrayan
26	Lauraceae	*Nectandra spp.*	Canelo
27	Lauraceae	*Ocotea oblonga*	Canelo
28	Lauraceae	*Otoba glycycarpa*	Llora sangre
29	Urticaceae	*Pourouma tomentosa*	Uva de monte
30	Sapotaceae	*Pouteria acuminata*	Caimito
31	Sapotaceae	*Pouteria caimito*	Caimito colorado
32	Sapotaceae	*Pouteria sff. trilocularis*	Caimito colorado
33	Moraceae	*Pseudolmedia sp.*	Cauchillo
34	Arecaceae	*Socratea exorrhiza*	Patona
35	Anacardiaceae	*Tapirira guianensis*	Chanul
36	Combretaceae	*Terminalia aff. oblonga*	
37	Euphorbiaceae	*Tetrorchidium macrophyllum*	Lujumbre
38	Meliaceae	*Trichilia pachypoda*	
39	Staphyleaceae	*Turpinia occidentalis*	
40	Hypericaceae	*Vismia baccifera*	Achotillo

Tabla 4. 50: Especies de flora de importancia comercial
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Conclusiones
Las zonas de bosque natural que aún persisten en el área, en su mayoría presentan características de alteración por extracción selectiva de madera, pese a ello el área presenta un nivel alto de resilencia ecológica y se pudo registrar una representativa riqueza de especies, con altos índices de diversidad.

Los sectores mejor conservados se ubican en las márgenes el río Upano (línea de conducción), por tal razón la mayor riqueza se reportó en el transecto establecido en esta área.

Dentro de las especies sensibles, la especie más relevante, es el cedro (*Cedrela odorata*), ya que se ubica en categoría de alto riesgo "En Peligro", sin embargo es importante destacar que en la unidad de estudio esta planta es común y conspicua, esto es importante por cualquier impacto que podría provocar el proyecto sobre los especímenes de esta especie

4.3.3 FAUNA

Zoogeográficamente, la zona pertenece al piso subtropical oriental, cuyo rango altitudinal se extiende desde los 800 y 1.000, hasta 1800 y 2000 msnm (Albuja *et al.,* 2012) y las formaciones ecológicas corresponden a un bosque muy húmedo subtropical y principalmente a un bosque de ceja de montaña, comprendido entre los 1.500 a 1.600 msnm. (Ver Anexo 4. registro fotográfico del componente biótico).

4.3.3.1 Mamíferos

Los mamíferos no son solamente un grupo de importancia ecológica y de uso para consumo humano, sino también, por su tamaño relativo y su fácil detección, útiles para estudios de evaluación ambiental. El Ecuador presenta una variedad de ambientes naturales, los cuales influyen en la diversidad de mamíferos. Las investigaciones más recientes están demostrando una estrecha interdependencia entre la fauna (dentro de esta, los mamíferos) y el bosque. Lo que significa que la fauna no puede existir sin el bosque, ni el bosque sin la fauna. Esta interdependencia se expresa de varias formas: las plantas dependen de la fauna, y éste a su vez, de las plantas (Brack & Mendiola, 2000).

A esto se añade que los registros de fauna (nuevas especies) para el Ecuador, continúa en constante incremento. Según la última publicación de mamíferos del Ecuador, en nuestro territorio existen alrededor de 431 especies de mamíferos, incluidas las islas Galápagos (Tirira, 2017).

Metodología

Para obtener datos sobre la diversidad y abundancia de la mastofauna en los diferentes puntos, se utilizaron recorridos de observación, capturas con redes de neblina y entrevistas (Suárez y Mena, 1994). Adicional a esto se realizó foto trampeo para mamíferos medianos y grandes.

Se establecieron cuatro estaciones de muestreo, con un esfuerzo de tres días en cada una de las estaciones, y en las que se aplicó las siguientes técnicas de muestreo.

Recorridos de observación. - Esta metodología se utiliza principalmente para mamíferos grandes y medianos. Se establecieron transectos de observación, atravesando todos los tipos de hábitats (bosque, pastizal y bordes de río) existentes en el área de estudio, se recorrió, en la mañana de 06h00 a 10h00 y en la tarde de 15h00 a 18h00, para la obtención de registros directos e indirectos (huellas, excrementos, madrigueras, cadáveres, comederos, etc.). La longitud de los transectos fue de aproximadamente un 1 Km.

Capturas con redes de neblina. - Para micromamíferos voladores (murciélagos), se estableció un transecto de captura, en el cual se ubicaron 10 redes de neblina, de 12 metros x 2,5 metros de apertura. Las redes permanecieron abiertas desde las 18h00 hasta las 23h00, revisándolas cada 30 minutos. Los especímenes capturados en las redes fueron identificados, fotografiados y liberados; lo individuos que presentaron alguna dificultad para ser identificados en campo, se los reconoció únicamente hasta género para evitar que sean sacrificados, para su posterior identificación final revisando las fotografías tomadas. Para la identificación de este grupo de mamíferos se utilizó las claves de las publicaciones; Murciélagos del Ecuador (Albuja, 1999) y la guía de campo de los mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017), estas 2 guías están diseñadas para trabajar con individuos adultos y se basan principalmente en los patrones de coloración, medidas corporales, fórmulas dentales y rangos de distribución.

Estaciones de Foto-Trampeo. - Adicional a las otras técnicas, se utilizó datos de información levantada mediante fototrampeo, para lo cual se utilizaron seis Cámaras Trampa en cada estación de muestreo, marca Bushnell y Cudde Back, ubicadas en varios puntos que se consideraron importantes para los animales. Las trampas se colocaron a una altura máxima de 50 cm del suelo. Las estaciones permanecieron instaladas durante tres días efectivos de trabajo de campo en cada sitio de muestreo.

Las estaciones de foto-trampeo únicamente se utilizan para conocer la presencia o ausencia de las especies de mamíferos y no siguen un diseño o metodología de muestreo en particular por lo cual son válidas para ratificar o no la presencia de una especie en la zona de estudio.

Entrevistas. - Las entrevistas se realizaron a los guías de campo, utilizando láminas de las especies del piso Subtropical Oriental, para evitar sesgos en la información, este tipo de registro se hizo únicamente para mamíferos grandes y medianos, que son especies fáciles de diferenciar y difícilmente pueden provocar error en los entrevistados. Los guías de campo fueron miembros de la comunidad de 9 de octubre.

Sustento bibliográfico. - Para realizar la clasificación taxonómica de las especies y sus nombres comunes en español se utilizó la referencia bibliográfica del texto, Mamíferos del Ecuador (Tirira, 1999) y la guía de campo de los Mamíferos de Ecuador (Tirira, 2007).

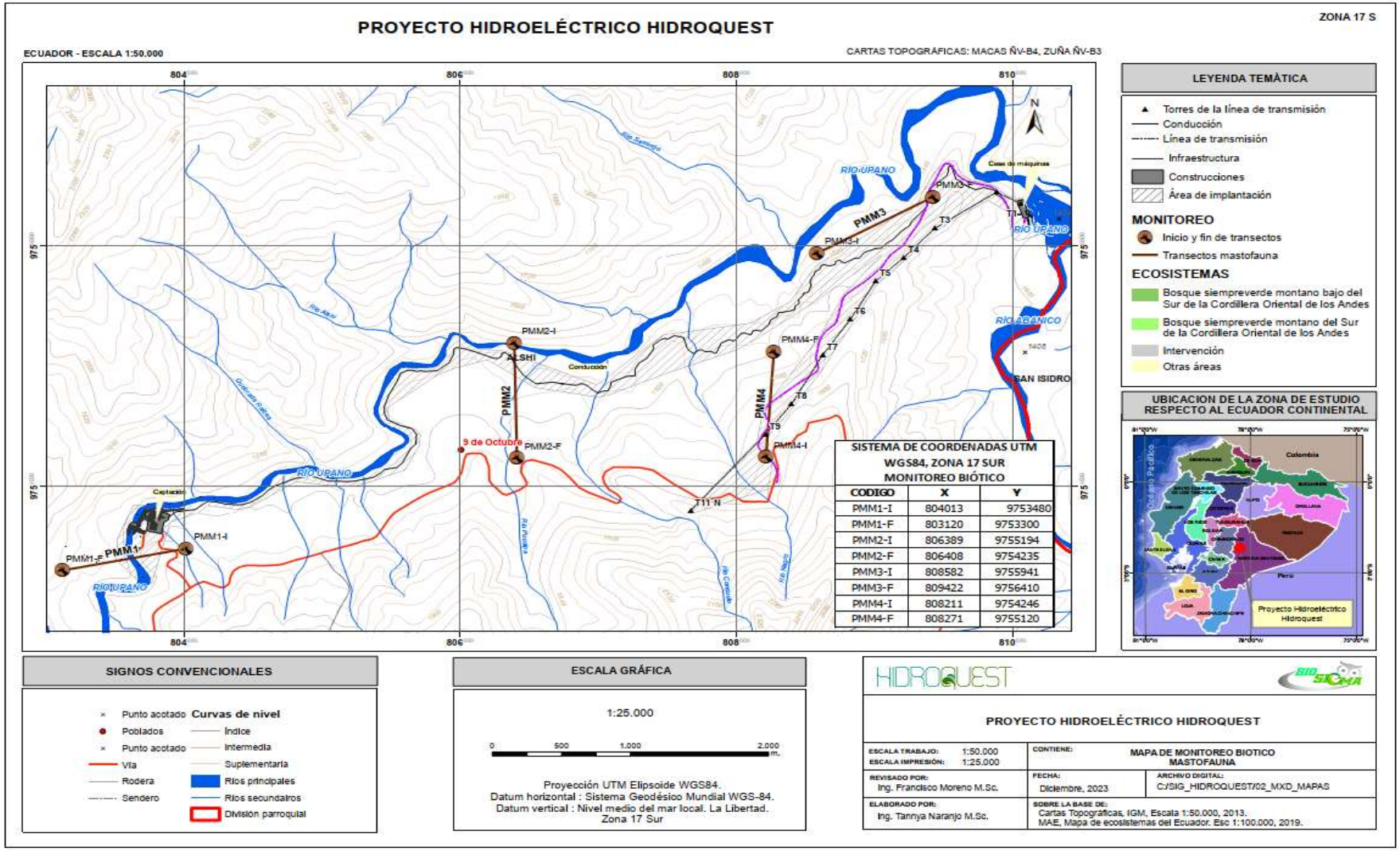
Para la ubicación de especies en peligro de extinción o endémicas, sé tomó el criterio de la publicación del Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2001), Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales (Albuja 2002 y 1999); la guía de campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira 2007) y los listados del Libro Rojo de la UICN (www.iucnredlist.org).

Para obtener los valores de diversidad en porcentajes, se comparó el número total de mamíferos para el Ecuador Continental y el número registrado en este estudio. Los registros por información se realizaron en base a las entrevistas realizadas a los guías de campo y con ayuda de las láminas de Mamíferos del Ecuador (Tirira, 1999) y la Guía de campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2007).

A continuación, se presentan los puntos de ubicación en los cuales se desarrolló el presente estudio de mastofauna, como se indicó anteriormente se establecieron tres estaciones de muestreo y en cada una de estas se aplicó la metodología propuesta.

Estación	Coordenadas				Hábitat	Tipo de muestreo
	Inicio		Fin			
PMM1 Captación, tanque de descarga	804013	9753480	803120	9753300	Pastizal y Bosque natural y secundario	Recorridos de observación, capturas con redes de neblina y cámaras trampa
PMM2 Conducción	806389	9755194	806408	9754235	Pastizal y Bosque natural y secundario	Recorridos de observación, capturas con redes de neblina y cámaras trampa
PMM3 Casa de máquinas	808582	9755941	809422	9756410	Bosque Natural Intervenido	Recorridos de observación, capturas con redes de neblina y cámaras trampa
PMM4 Vía de acceso y l. de Transmisión	808211	9754246	808271	9755120	Pastizal, rastrojo y Bosque natural y secundario	Recorridos de observación, capturas con redes de neblina y cámaras trampa

Tabla 4. 51: Puntos de muestreo de mastofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor



Mapa 4. 19: Mapa de puntos de muestreo de mastofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Riqueza Total

Es importante destacar, que en el estudio de mastofauna, es posible los encuentros visuales con especies grandes y medianas, estos registros generalmente son ocasionales y para lograrlos hay que estas varias horas en campo en este caso durante los 12 días de trabajo de campo se pudo observar algunas especies de mamíferos grandes y medianos, lo que en suma nos aproxima a una riqueza real del área y nos ayuda a validar las especies que se registran mediante encuesta a los guías locales.

Se ha determinado la presencia de 30 especies de mamíferos en el área de influencia directa del proyecto; lo que equivale al 7% del total de especies reportadas hasta el momento para el Ecuador (431 especies – Tirira, 2017) y el 17% de las especies registradas para el piso subtropical oriental (175 especies – Tirira, 2017). Estas especies están agrupadas en 16 familias y siete órdenes de Mamíferos ecuatorianos. En la siguiente tabla, se presenta el listado de las especies de mamíferos registrados en al área del proyecto, con datos de abundancia relativa, gremio alimenticio y tipo de registro.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	N	GT	TR
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Raposa común	-	Om	RI
CINGULATA	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo común	4	Ins	OD
RODENTIA	Sciuridae	*Hadrosciurus igniventris*	Ardilla amazónica	3	Her	OD
		Microsciurus flaviventer	Ardilla enana	3	Her	OD
	Dasyproctidae	*Dasyprocta fuliginosa*	Guatusa negra	3	Her	CT
	Erethizontidae	*Coendou prehensilis*	Puerco espín	1	Her	CT
	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Guanta de tierras bajas	-	Fru	RI
LAGOMORPHA	Leporidae	*Sylvilagus brasiliensis*	Conejo silvestre	6	Her	OD
CHIROPTERA	Molossidae	*Molossus molossus*	Murciélago de cola	1	Ins	Cap
	Phyllostomidae	*Anoura caudifer*	M. longirostro	3	Nec	Cap
		Carollia brevicauda	Murciélago frutero	9	Fru	Cap
		Carollia perspicillata	Murciélago frutero	4	Fru	Cap
		Choeroniscus minor	M. longirostro menor	2	Nec	Cap
		Platyrrhinus infuscus	M. de nariz ancha	2	Fru	Cap
		Platyrrhinus nigellus	M. pequeño negruzco	3	Fru	Cap
		Sturnira lilium	M. de charreteras	2	Fru	Cap
		Sturnira oporaphilum	M. de hombros amarillos	1	Fru	Cap
		Rhinophylla pumillo	M. frutero	1	Fru	Cap
	Vespertilionidae	*Histiutus humboldti*	Murciélago Orejón	3	Ins	Cap
		Myotis nigricans	Murciélago vespertino	1	Ins	Cap
		Myotis keaysi	Murciélago patas peludas	1	Ins	Cap
CARNIVORA	Felidae	*Leopardus pardalis*	Tigrillo Ocelote	-	Car	RI
		Puma yagouaroundi	Yaguarundi	1	Car	OD
	Mustelidae	*Eira barbara*	Cabeza de mate	1	Car	OD

Orden	Familia	Especie	Nombre común	N	GT	TR
		Lontra longicaudis	Nutria neotropical		Car	RI
	Procyonidae	*Nasua nasua*	Cuchucho	2	Car	OD
		Potos flavus	Cusumbo	2	Car	OD
	Ursidae	*Tremarctos ornatus*	Oso de anteojos		Om	RI
ARTIODACTYLA	Cervidae	*Mazama americana*	Venado colorado		Her	RI
	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar		Om	RI
SIMBOLOGIA: N= número de individuos; GT=gremio trófico¸ Om= omnívoro, Her= herbívoro, Car = carnívora, Ins= insectívora, Fru= frugívora, Nec= nectarívoro; TR= Tipo de registro. RI= registro indirecto, OD= observación directa, Cap= capturado y liberado.						

Tabla 4. 52: Especies de mamíferos registradas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

El orden con mayor representatividad es CHIROPTERA (Murciélagos) con 13 especies y tres familias que representan el 43% de la riqueza total, esto tiene que ver principalmente con el hecho de que el orden Chiroptera es el grupo con mayor riqueza a nivel nacional con 170 especies que representan el 39% de la mastofauna Ecuatoriana (Tirira, 2017).

Luego de los murciélagos está el orden CARNÍVORA con siete especies (25%) de cuatro familias; luego RODONTIA con cinco especies y cuatro familias; luego ARTIODACTIYLA con dos especies y dos familias, mientras que, CINGULATA y LAGOMORPHA presentan solamente una especie. En la siguiente tabla se observa la distribución y porcentaje de Familias y Especies por Orden de Mamíferos, registrados en el área de influencia del proyecto.

Orden	N.º Familias	N.º Especies	Porcentaje (%) Familia	Porcentaje (%) Especies
ARTIODACTYLA	2	2	12.5%	7%
CARNIVORA	4	7	25%	23.3%
CINGULATA	1	1	6.25%	3.3%
CHIROPTERA	3	13	18.75%	43.3%
DIDELPHIMORPHIA	1	1	6.25%	3.3%
LAGOMORPHA	1	1	6.25%	3.3%
RODENTIA	4	5	25%	17%
	16	**30**	**100 %**	**100 %**

Tabla 4. 53: Composición de mastofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Considerando la distribución de Familias en cada grupo; Los Ordenes CARNIVORA y RODENTIA son los más representativos con 4 familias cada uno (27%) cada grupo; seguido del Orden CHIROPTERA, con 3 familias.

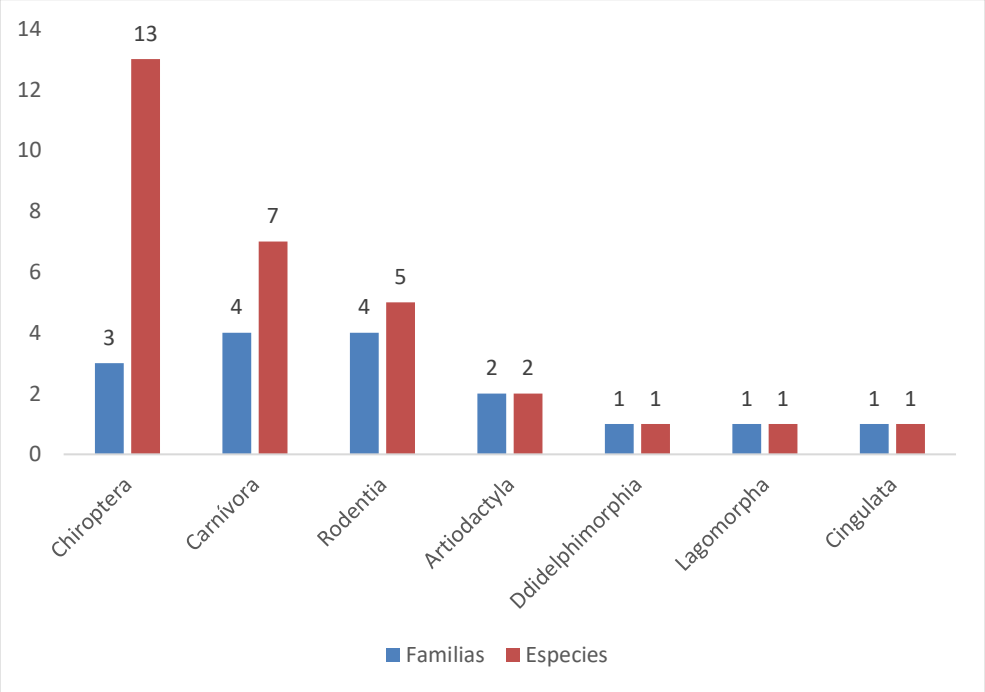


Figura 4. 57: Composición de mastofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

La familia PHYLLOSTOMIDAE (Chiroptera), es la mejor representada, con nueve especies de murciélagos capturados y liberados, luego tenemos la familia VESPERTILLIONIDAE con tres especies, SCIURIDAE, FELIDAE, MUSTELIDAE Y PROCYONIDAE, presentan dos especies cada familia; el resto de familias están representadas por una sola especie. Si consideramos el número de individuos (frecuencia), la especie mejor representada es el murciélago frutero (C*arollia brevicauda* - Phyllostomidae), con 8 individuos registrados mediante la técnica de redes de neblina, seguida del conejo (*Sylvilagus brasiliensis* – Leporidae), con 6 individuos registrados; murciélago frutero común (C*arollia perspicillata* - Phyllostomidae) y armadillo común (*Dasypus novemcinctus* – Dasypodidae) con 4 individuos cada uno; las demás especies presentan entre 1 y 3 individuos.

Abundancia Relativa

Para el análisis de abundancia de mastofauna del presente estudio, se categorizó las especies de mamíferos en cuatro (4) clases de abundancia (Rageot y Albuja, 1994), dependiendo del número de individuos registrados:

Rara → 1 individuo
Poco Común → 2-4 individuos
Común → 5-10 individuos
Abundante más de 10 individuos

Algunas especies que se registró de forma indirecta, no se pudo cuantificar número de individuos, por ende, su registró es cualitativo y no se puede obtener el dato de abundancia relativa. Se trata de siete especies de mamíferos grandes y medianos. Se determinó la presencia de 30 especies de mamíferos de las cuales 7 son registros cualitativos y no presentan frecuencia). Ocho especies

correspondientes al 35% de la riqueza total, se encuentran catalogadas como raras; 13 especies correspondiente al 57% del total, son consideradas poco comunes; 2 especies correspondientes al 7% son catalogadas en la categoría común, no se presentan especies bajo clasificación abundante.

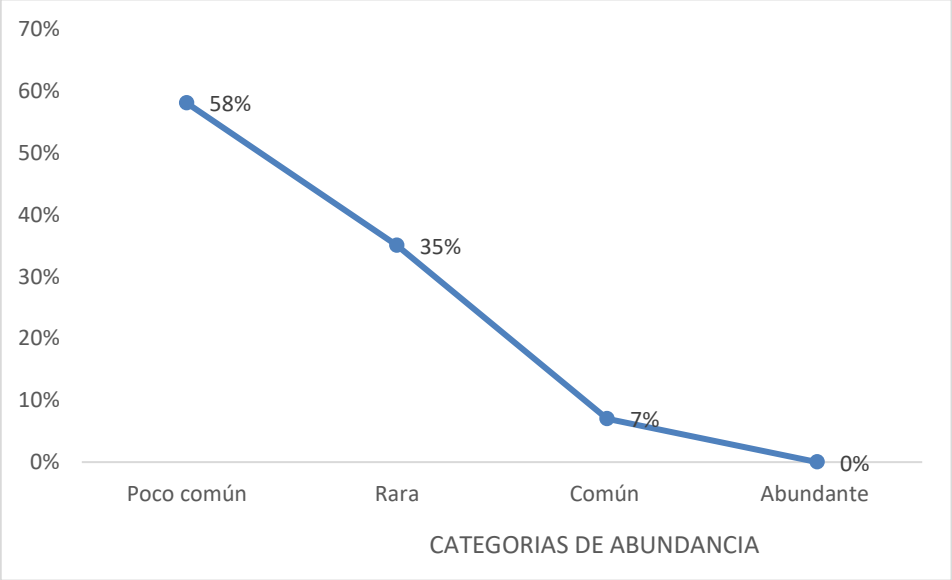


Figura 4. 58: Porcentaje de especies de mastofauna por categoría de abundancia
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Curva abundancia – dominancia

La especie con mayor representación respecto a su abundancia fue: el murciélago sedoso común (*Carollia brevicauda*) con 8 individuos, equivalente al 15% del registro total, se trata de un murciélago de la familia Phyllostomidae, que es la familia de mayor representatividad dentro del orden Chiroptera, es un murciélago común en su área de distribución, se alimenta de frutos (dispersor de semillas) y es fácil de capturar en las redes de neblina.

Luego tenemos al conejo silvestre (*Sylvilagus brasilensis*), el cual registró 6 individuos equivalente al 11% del registro total. El resto de especies registradas corresponden a un número menor de 5 individuos por ende se encuentran en la clasificación de poco común y raras.

A continuación, se presenta el gráfico de abundancia – dominancia, de acuerdo a los registros obtenidos.

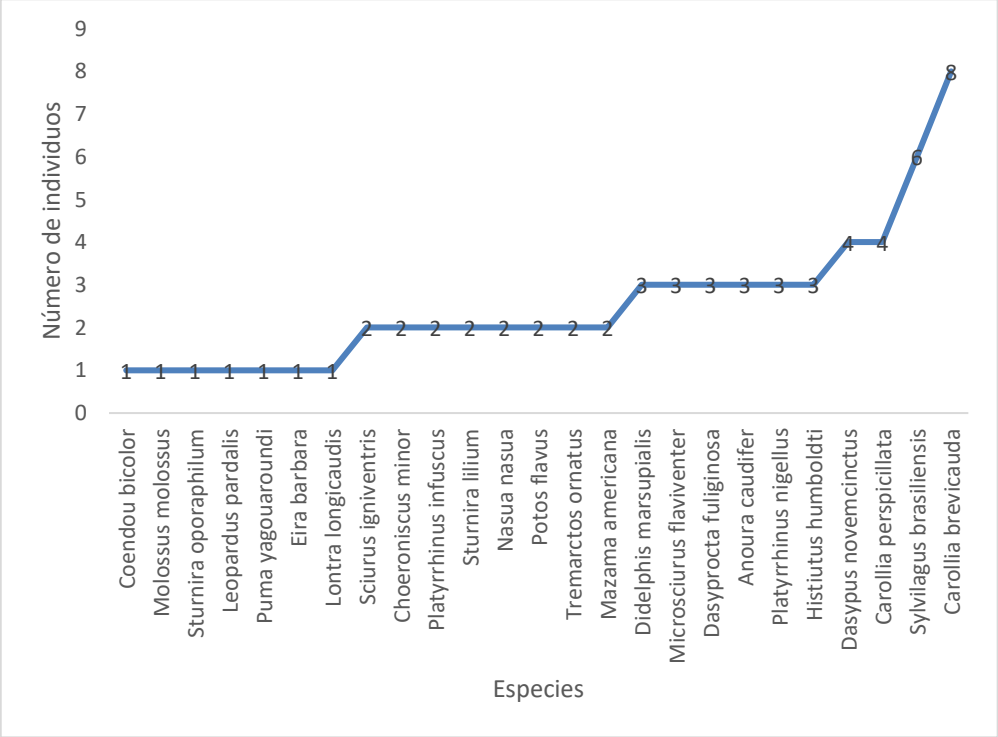


Figura 4. 59: Representación de la abundancia – dominancia de la Mastofauna - Hidroquest
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Curva de acumulación de especies

De igual forma para el análisis de la curva de acumulación de especies y el cálculo del índice de Chao 1l, se toma en cuenta solo aquellas especies de las que se pudo cuantificar individuos (23 spp).

La curva de acumulación de especies, basada en las cuatro estaciones de muestreo, indica el incremento acumulado de especies en cada sitio que conforma la unidad de estudio, según esto la curva tiende a la asíntota (equilibrio), pues entre la estación tres y la cuatro, el incremento de especies es bajo, lo cual es un indicador de que el esfuerzo de muestreo y las técnicas aplicadas fueron eficientes.

De igual forma al cruzar con el índice de Chao 1, existe una diferencia de dos especies entre el valor hipotético y el valor obtenido en campo, lo cual tiene concordancia con la curva de acumulación de especies, ya que se registró el 92% de especies probables.

El índice de Chao 1, nos da un valor hipotético de 25 especies, si tomamos en cuenta los registros cualitativos tenemos que la riqueza obtenida en campo (30 especies) supera al valor obtenido en el índice de Chao 1.

En el siguiente gráfico se presenta la curva de acumulación de especies, y se puede observar el incremento de los registros, conforme avanzaban los días de muestreo y la respectiva comparación con el índice de Chao 1.

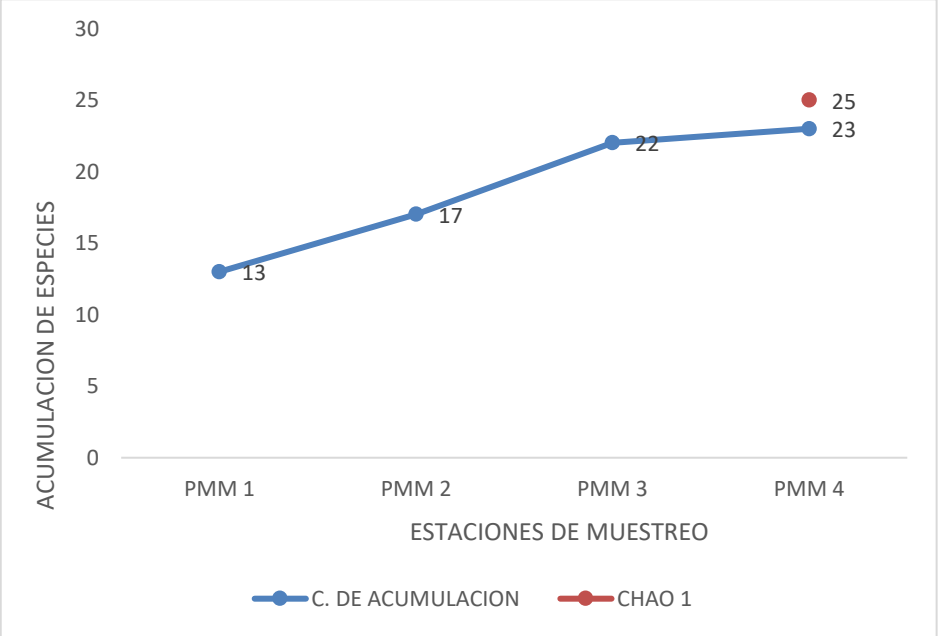


Figura 4. 60: Curva de acumulación de especies e índice de Chao 1 de mastofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índice de Chao 1

Para obtener el índice de Chao 1, se toma en cuenta las especies con bajos registros en la unidad de estudio, así tenemos una riqueza de 23 especies, seis especies con un individuo y seis especies con dos individuos.

Aplicando los datos anteriormente descritos, se obtiene un valor del índice de Chao 1 de 25 especies estimadas, es decir que existe una diferencia de tres especies entre el valor real y el valor obtenido estadísticamente, lo cual indica que el esfuerzo de muestreo de campo fue significativo y guarda concordancia con la curva de acumulación de especies.

Número de especies	Número de especies con 1 individuo	Número de especies con 2 individuos	Valor del índice de chao 1
22	6	6	25

Tabla 4. 54: Índice de Chao 1 para la Mastofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Diversidad

Índice de Shannon-Wiener

El índice de diversidad de Shannon se calculó en base a las especies que se pudo cuantificar su densidad poblacional. Tomando en cuenta este aspecto, se obtuvo un valor de 2.90 que se interpreta como diversidad media, esto indica que no existe mayor dominancia de especies en el área, sino más bien uniformidad con baja abundancia de individuos en cada una de las especies, al tener una riqueza relativamente baja, este aspecto influye directamente en el cálculo del índice.

Cuantificando con un individuo a las especies que fueron registradas de forma indirecta, tenemos un valor de 3,11 bits que se interpreta como diversidad alta, esto es un dato más aproximado a la realidad del sector y en este caso el cálculo del índice de diversidad se ve afectado por la riqueza de especies.

El índice de diversidad no tiene mucha relación con el estado de conservación del área, es mejor utilizar como indicador la riqueza de especies, pues a mayor riqueza mayor variedad de hábitats, mejor estado de la cobertura vegetal y un mejor estado de conservación, a más de esto nuestro país es megadiverso y aun en sitios intervenidos se puede obtener índices de diversidad altos en algunos de los componentes naturales.

Proyecto	Número de especies (s)	Número de individuos (n)	Índice de shannon-wiener	Interpretación
Datos cuantitativos	23	57	2.90	Diversidad media
Riqueza total	30	64	3.11	Diversidad alta

Tabla 4. 55: Índice de diversidad para la Mastofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Especies Indicadoras

En su mayoría las especies registradas, son de tipo generalistas, es decir, presentan gran adaptabilidad a los cambios que se producen ante los distintos niveles de intervención, de las especies registradas, bajo este criterio encontramos: dos especies de murciélagos fruteros (*Carollia brevicauda* y *Carollia perspicillata*), murciélago de charreteras pequeño (*Sturnira lilium*), raposa común (*Didelphis marsupialis*), armadillo común (*Dasypus novemcinctus*), guatusa negra (*Dasyprocta fuliginosa*), conejo silvestre (*Sylvilagus brasiliensis*),

Los mamíferos que son considerados potenciales indicadores del buen estado de conservación de los bosques, son principalmente las especies grandes, comunes y sensibles a las alteraciones del bosque (Albuja, 2002), de las especies registradas, bajo este criterio encontramos: tigrillo ocelote (*Leopardus pardalis),* nutria neotropical *(Lontra longicaudis),* Oso de anteojos *(Tremarctos ornatus),* venado colorado *(Mazama americana*) y el pecarí de collar (*Pecari tajacu*), cabe mencionar que la presencia de las especies mencionadas puede estar relacionada a la cercanía de la zona de amortiguamiento del Bosque protector Abanico y del Parque Nacional Sangay y todas fueron registradas en el área de influencia de la línea de conducción y casa de máquinas.

Especies Sensibles

De las especies registradas en el presente estudio, se encuentran bajo el criterio de Sensibilidad Alta las siguientes especies: Tigrillo ocelote (*Leopardus pardalis*),

nutria neotropical (*Lontra longicauidis),* pecarí de collar (*Pecari tajacu*), Oso de anteojos (*Tremarctos ornatus),* venado colorado (*Mazama americana).* El resto de especies se encuentran bajo el criterio de Baja Sensibilidad considerando su amplia distribución y adaptabilidad a las condiciones de su entorno.

Estado de conservación

De las 30 especies de mamíferos registrados en el presente estudio, cinco presentan algún estado de amenaza, de estas destaca el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) ya que a nivel nacional está evaluado en categoría de alto riesgo (En Peligro) y a nivel global en la categoría Vulnerable. De igual forma el cabeza de mate (*Eira barbara*) y la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) están amenazados a nivel nacional en la categoría Vulnerable. Es importante destacar que cuatro de las cinco especies con problemas de conservación fueron registradas en los transectos de la línea de conducción, en las zonas de bosque cerca de la casa de máquinas, probablemente el hecho de que esta área se conecta al Parque Nacional Sangay ayuda a la concurrencia de estos mamíferos que necesitan áreas grandes para cumplir sus necesidades ecológicas.

Especie	UICN, 2014	Tirira, 2011	CITES
Leopardus pardalis	LC	NT	I
Eira barbara	LC	VU	II
Lontra longicaudis	NT	VU	I
Tremarctos ornatus	VU	EN	I
Pecari tajacu	LC	NT	II
Claves: EN= En peligro / VU = Vulnerable / NT= Casi Amenazado / LC= Riesgo Menor I = Apéndice I (Especies en peligro – tráfico prohibido). II = Apéndice II (No están necesariamente amenazadas, pero podrían estarlo si no se controla su comercio.			

Tabla 4. 56: Especies de Mastofauna con problemas de conservación
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES), cinco de las 30 especies registradas, constan en algún apéndice de esta convención. En este grupo de especies destacan aquellas que están protegidas en el apéndice I, estas son: el tigrillo ocelote (*Leopardus pardalis*), la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) y el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*). El cabeza de mate (*Eira barbara*) y el pecarí de collar (*Pecari tajacu*), consta en el Apéndice II.

Uso del Recurso

El área de estudio, recibe poca presión de las comunidades locales, ya que son pocas las fincas que se encuentran asentadas en el área de influencia directa de las zonas de bosque y en la actualidad las prácticas de cacería son escasas en el área de influencia directa del proyecto HIDROQUEST.

Conclusiones

- En el área de estudio se registraron 30 especies de mamíferos, es una riqueza representativa si tomamos en cuenta que el área de estudio ha estado expuesta a impactos antrópicos como el establecimiento de sistemas productivos y extracción de madera.

- Pese a que el área presenta impactos que han provocado la desestabilización de los hábitats, se registraron algunas especies de mamíferos importantes para la conservación, así tenemos: cinco especies sensibles a cambios en su entorno, tres especies amenazadas y dos casi amenazadas.

- Es importante destacar el registro del oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), ya que se trata de una especie paraguas, es decir que bajo la conservación de su hábitat se alberga una gran diversidad de flora y fauna, a más de esto se encuentra amenazada a nivel nacional en categoría de alto riesgo (En Peligro).

- Tomando en cuenta los aspectos relevantes de las especies registradas; tal es el caso de la sensibilidad, estado de conservación, características ecológicas, tenemos que los sectores en los que se estableció las estaciones de muestreo 2 (PMM2) y 3(PMM3), son sitios que presentan buen estado de conservación capaces de albergar mamíferos importantes para la conservación.

4.3.3.2 Aves

El estudio de las poblaciones de aves representa una herramienta útil y confiable para evaluar el estado de conservación de áreas poco estudiadas (Furness y Greenwood 1993). Esto se sustenta en el amplio conocimiento que existe sobre su distribución y taxonomía (superior al existente para otros grupos de fauna) además de su fácil detectabilidad e identificación en el campo (Balmford 2002, Bibby 2002). Gracias a la existencia de diversas guías ilustradas (ej. Ridgely y Greenfield 2001, Schulenberg et al. 2007) y archivos de sonido (ej. Lysinger et al. 2005), la identificación de aves en el campo es bastante confiable al nivel taxonómico de especie.

En la última edición del libro Aves del Ecuador existen cerca de 1605 especies de aves para el Ecuador continental (Ridgely y Greenfield 2006). Según la clasificación de la SACC (South American Classification Committee) existen registradas para el país cerca de 1585 especies de aves (Remsen et al. 2008), la taxonomía resulta un factor importante a la hora de establecer el número de especies que existe en una determinada área. En el listado de aves del Ecuador continental. (Ridgely et al. 2001).

Metodología

Al igual que para la mastofauna, para la avifauna se establecieron cuatro estaciones de muestreo, con un esfuerzo total de 12 días de campo, aplicando tres técnicas de muestreo.

La recopilación de información in situ de las especies de aves consideró hábitats representativos del área de estudio, en los que se realizó una evaluación general de las condiciones del ecosistema.

Para el análisis de la diversidad en el presente muestreo, los registros de aves se obtuvieron mediante la metodología utilizada para la Evaluación Ecológica Rápida (Sobrevila y Bath, 1992), y según el Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres (Ralph, et al., 1995), se aplicó las observaciones directas, capturas de aves con redes de neblina y registros de vocalizaciones. Para el trabajo de campo contó con la participación de guías nativos de la zona. A continuación, se detalla cada una de las metodologías aplicadas en cada estación de muestreo:

Observaciones Directas. - Dentro de los sitios de muestreo se realizaron recorridos por los senderos y trochas existentes (tomada y modificado de: Hutto, et al. 1986), con el fin de no abrir más senderos y no alterar más el área, realizando observaciones directas del dosel, estrato medio, sotobosque y del estrato terrestre, tratando de cubrir áreas representativas de la zona, con especial énfasis hacia sitios de características especiales. Para la localización óptima de los individuos se utilizaron binoculares Bushnell de resolución (8 X 42) y una cámara Nikon con lente de 2000 mm (largo alcance). Los recorridos fueron realizados en jornadas de 06h00 a 10h00 en la mañana y de 15h00 a 18h00 en la tarde; la velocidad de estos recorridos fue de aproximadamente 1 km/h.

Registros de Vocalizaciones. - Los registros de cantos se realizaron en los mismos senderos y horarios utilizados para los recorridos de observación, de caminatas libres, además de grabaciones de "coros del amanecer" en la mañana y grabaciones adicionales en la tarde. El reconocimiento de los cantos de aves se realizó mediante la publicación Aves del Ecuador 1.0 (Krabbe y Nilson, 2003) y de la web Xeno-canto: Birds Song from Tropical América (xeno-canto foundation 2008).

Capturas Mediante Redes de Neblina. - Para los registros mediante captura, se utilizó 10 redes de neblina de 12 m x 3 m y con un tamaño de ojo de 16 mm, ubicados en los sitios donde estratégicamente fueron colocadas en los monitoreos anteriores. Las redes permanecieron abiertas desde las 06h00 hasta las 18h00, siendo revisadas cada 30 min. Las especies capturadas fueron marcadas con un pequeño corte en la remera primaria derecha, y en el caso de los colibríes en la timonera externa. Aunque esta técnica es intrínsecamente objetiva se pueden utilizar para evitar recapturas, luego las aves capturadas fueron fotografiadas e inmediatamente liberadas en el mismo sitio de captura.

El muestreo de avifauna fue realizado en cuatro transectos o estaciones de muestreo, cada uno relacionado con las diferentes facilidades del proyecto hidroeléctrico.

Estación	Coordenadas				Hábitat	Tipo de muestreo
	Inicio		Fin			
PMA1	804013	9753480	803120	9753300	Pastizal y Bosque natural y secundario	Recorridos de observación, capturas con redes de neblina y Registros auditivos
PMA2	806389	9755194	806408	9754235	Pastizal y Bosque natural y secundario	Recorridos de observación, capturas con redes de neblina y Registros auditivos
PMA3	808582	9755941	809422	9756410	Bosque Natural Intervenido	Recorridos de observación, capturas con redes de neblina y Registros auditivos
PMA4	808211	9754246	808271	9755120	Pastizal, rastrojo y Bosque natural y secundario	Recorridos de observación, capturas con redes de neblina y Registros auditivos

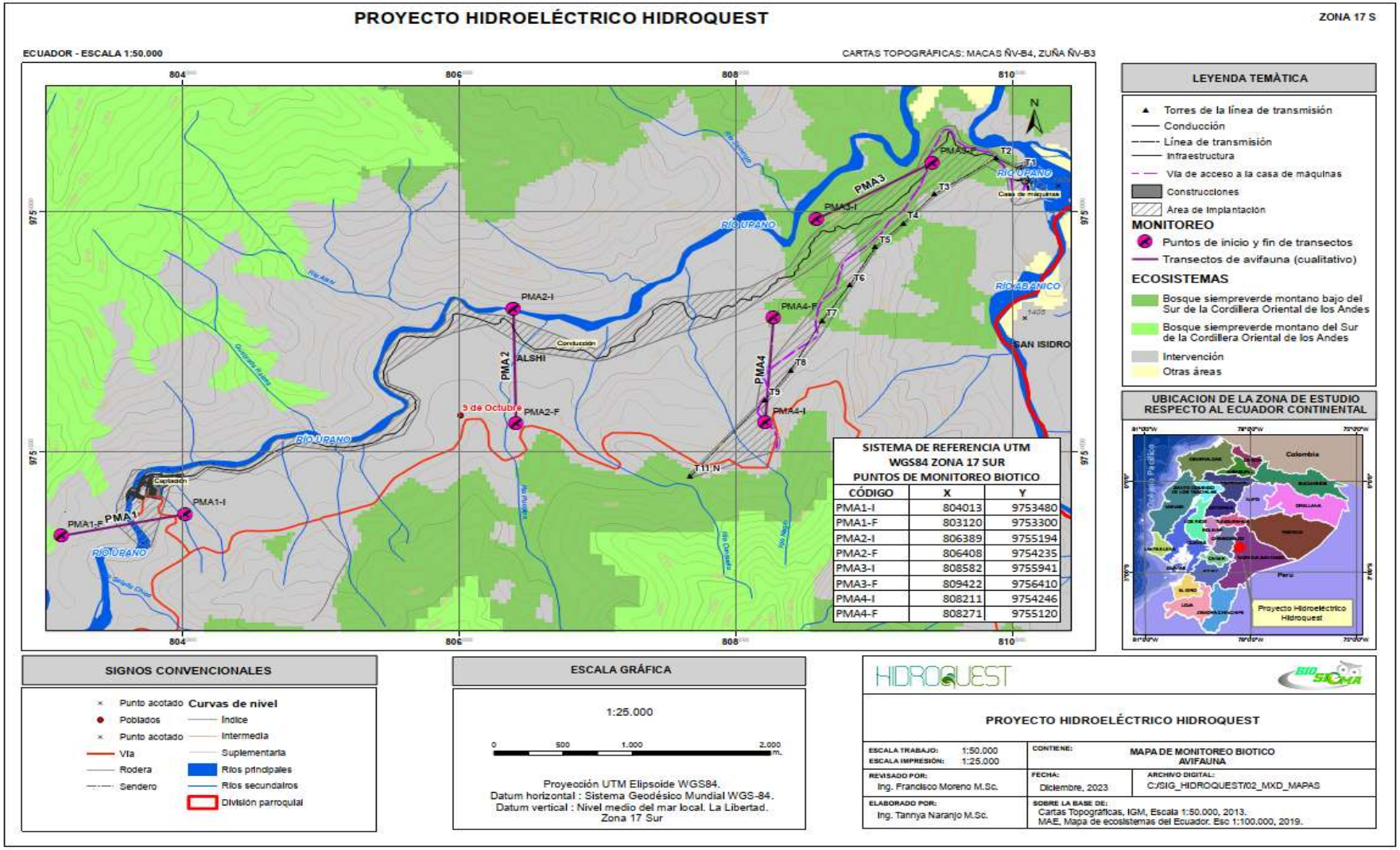
Tabla 4. 57: Coordenadas de los sitios de muestreo de Avifauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

El estudio de la Ornitofauna se realizó durante 12 días efectivos de campo, a continuación, en la siguiente tabla se indica el esfuerzo de muestreo en cada una de las técnicas utilizadas para el diagnóstico de la Avifauna.

Cabe aclarar que las aves constituyen la clase de vertebrados más susceptibles a los muestreos in situ, ya que en su mayoría son fáciles de observar o escuchar y son el grupo mejor estudiado y mapeado de la fauna Ecuatoriana. Lo cual evita la colección de especímenes, ya que las especies son identificadas en campo.

Técnica aplicada	Horas/día	Horas totales
Observación directa	7horas/día	12 días/84 horas
Registros auditivos	7horas/día	12 días/84 horas
Capturas con redes	10 redes/12 horas/día	12 días/144 horas/red

Tabla 4. 58: Esfuerzo de muestreo para la Avifauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor



Mapa 4.20: Mapa de puntos de muestreo de avifauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Riqueza Total

Tomando en cuenta que las aves presentan gran capacidad de dispersión debido a su locomoción voladora y por ende presentan grandes rangos de acción, se presentan los resultados de forma global para toda la unidad de estudio.

Se registró un total de 128 especies de aves que corresponden a 36 familias y 13 órdenes, esta riqueza representa el 7,72% del total de las 1657 Especies de aves registradas para el Ecuador (Freile 2013) y el 23,44% del total de las 546 especies registradas para el Piso Subtropical Occidental (Albuja et al. 2012).

El orden con mayor representatividad en el área es Paseriformes (pájaros propiamente dichos) con 89 especies, esto es normal en ecosistemas terrestres ya que se trata del orden con mayor riqueza a nivel global, este grupo de aves representan el 70% de la riqueza del área, también es importante destacar los órdenes Piciformes (10 especies) y Apodiformes (8 especies).

A nivel de familia destacan principalmente; Thraupidae con 24 especies (18,75%), Tyrannidae con 17 especies (13,28%) y Thamnophilidae con 8 especies (6,25%), las demás familias poseen registros menores.

En la siguiente tabla, se presenta el listado de las especies de aves registradas, con datos de abundancia, sensibilidad y gremio alimenticio.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	n	S	GT
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus cinereus*	Tinamú Cenizo	1	A	Fru
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Gallinazo Cabecirrojo	6	B	Carr
		Coragyps atratus	Gallinazo Negro	11	B	Carr
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Elanio Tijereta	2	M	Carr
		Buteo platypterus	Gavilán Aludo	2	A	Carr
		Rupornis magnirostris	Gavilán Caminero	4	B	Carr
Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón Reidor	3	M	Car
		Daptrius ater	Caracara Negro	2	M	Car
Galliformes	Cracidae	*Ortalis guttata*	Chachalaca Jaspeada	4	M	Fru
	Odontophoridae	*Odontophorus speciosus*	Corcovado Pechirrufo	4	A	Fru
Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Andarríos Coleador	2	A	Ins
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas subvinacea*	Paloma Rojiza	5	M	Fru
		Patagioenas fasciata	Paloma Collareja	4	M	Fru
		Geotrigon frenata	Paloma Perdiz	1	A	Fru
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus menstruus*	Loro Cabeciazul	4	M	Fru
		Pionus sordidus	Loro Piquirrojo	2	M	Fru
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuco Ardilla	4	M	Ins
		Crotophaga ani	Garrapatero Piquiliso	6	B	Ins
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	Vencejo Cuelliblanco	9	B	Ins
	Trochilidae	*Therenetes niger*	Barbita Colipalida	2	A	Nec
		Phaethornis malaris	Ermitaño Piquigrande	1	A	Nec
		Eutoxeres condamini	Pico de Hoz	3	A	Nec

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	n	S	GT
			Colianteado			
		Adelomyia melanogenys	Colibrí Jaspeado	5	A	Nec
		Campylopterus villaviscensio	Alasable del Napo	2	A	Nec
		Heliodoxa leadbeateri	Brillante Frentivioleta	2	A	Nec
		Thalurania furcata	Ninfa Tijereta	8	A	Nec
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon collaris*	Trogón Collarejo	1	M	Ins
		Trogon personatus	Trogón Enmascarado	2	M	Ins
		Pharomachrus antisianus	Quetzal Crestado	2	M	Fru
Piciformes	Capitonidae	*Capito auratus*	Barbudo Filigrana	3	M	Fru
		Eubucco bourcierii	Barbudo Cabecirrojo	2	M	Fru
	Ramphastidae	*Selenidera reinwardtii*	Tucancillo Collaridorado	1	A	Fru
		Aulacorhynchus derbianus	Arazari Bifajeado	3	A	Fru
		Ramphastos tucanus	Tucán Goliblanco	5	M	Fru
	Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	Martín Pescador	1	A	Pic
	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero Lineado	2	M	Ins
		Colaptes rubiginosus	Carpintero Olividorado	2	M	Ins
		Veniliornis fumigatus	Carpintero Pardo	3	M	Ins
		Melanerpes cruentatus	Carpin. Penachiamarillo	4	M	Ins
Passeriformes	Furnariidae	*Dendrocincla fuliginosa*	Trepatroncos Pardo	2	M	Ins
		Glyphorynchus spirurus	Trepatroncos Piquicuña	1	A	Ins
		Xiphorhynchus Triangularis	Trepatronco Dorsioliva	2	A	Ins
		Synallaxis brachyura	Colaespina Pizarrosa	3	M	Ins
		Xenops minutus	Xenops Dorsillano	3	M	Ins
		Philydor rufus	Limpiafronda Frentianteada	2	M	Ins
		Anabacerthia striaticollis	Limpiafronda Montana	1	A	Ins
	Thamnophilidae	*Drymophila caudata*	Hormiguero Colilargo	4	M	Ins
		Thamnophilus unicolor	Batará Unicolor	2	M	Ins
		Hylophylax poecilonota	Hormiguero Dorsiescamado	3	A	Ins
		Epinecrophylla spodionota	Hormiguerito Tropandino	2	A	Ins
		Pyriglena leuconota	Ojo-de-fuego Dorsiblanco	9	A	Ins
		Hypocnemis cantator	Hormiguero Gorjeador	2	A	Ins
		Schistocichla leucostigma	Hormiguero Alimoteado	4	A	Ins
		Myrmoborus leucophrys	Hormiguero Cejiblanco	2	A	Ins
	Formicaridae	*Formicarius rufipectus*	Formicario Pechirrufo	3	A	Ins
	Rynocriptidae	*Scytalopus micropterus*	Tapaculo Ventrirrufo	4	A	Ins

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	n	S	GT
	Tyrannidae	*Phylloscartes ophthalmicus*	Orejerito Carijaspeado	3	M	Ins
		Mionectes striaticollis	Mosquerito Cuellilistado	5	M	Fru
		Leptopogon superciliaris	Mosquerito Gorripizarroso	3	M	Ins
		Todirostrum cinereum	Espatulilla Común	7	M	Ins
		Lophotriccus pileatus	Cimerillo Crestiescamado	5	M	Ins
		Myiotriccus ornatus	Mosquerito Adornado	2	M	Ins
		Platyrinchus mystaseus	Picochato Goliblanco	2	M	Ins
		Zimmerius chrysops	Tiranolete Caridorado	3	M	Ins
		Contopus fumigatus	Pibí Ahumado	2	B	Ins
		Sayornis nigricans	Febe Guardarríos	6	B	Ins
		Pyrrhomyias cinnamomea	Mosquerito Canelo	4	M	Ins
		Myiarchus tuberculifer	Copetón Crestioscuro	3	M	Ins
		Myiarchus cephalotes	Copetón Filipalido	1	M	Ins
		Tyrannus melancholicus	Tirano Tropical	3	B	Ins
		Myiodynastes chrysocephalus	Mosquero Coronidorado	4	B	Ins
		Pachyramphus marginatus	Cabezón Gorrinegro	2	B	Ins
		Tityra semifasciata	Titira Enmascarada	2	B	Ins
	Cotingidae	*Rupicola peruviana*	Gallo de la Peña Andino	4	A	Fru
	Pipridae	*Machaeropterus regulus*	Saltarín Rayado	2	A	Fru
		Masius chrysopterus	Saltarín Alidorado	1	A	Fru
	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Urraca Inca	6	M	Omn
	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina Azul y Blanco	10	B	Ins
		Stelgidopteryx ruficollis	Golondrina Sureña	12	B	Ins
	Troglodytidae	*Campylorhynchus turdinus*	Soterrey Mirlo	8	B	Ins
		Troglodytes aedon	Soterrey Criollo	15	B	Ins
		Henicorhina leucophrys	Sotorrey Montes Pechigris	2	M	Ins
	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireon Cejirrufo	1	M	Ins
		Vireo leucophrys	Vireo Gorripardo	6	M	Fru
	Cinclidae	*Cinclus leucocephalus*	Cinclo Gorripardo	2	A	Ins
	Turdidae	*Myadestes ralloides*	Solitario Andino	2	M	Fru
		Catharus fuscater	Zorzal Sombrio	1	A	Fru
		Catharus ustulatus	Mirlo Moteado	3	A	Fru
	Parulidae	*Setophaga pitiayumi*	Parula Tropical	10	M	Ins
		Myioborus miniatus	Candelita Goliplomiza	2	B	Ins
		Setophaga fusca	Reinita Pechinaranja	5	A	Ins
		Wilsonia canadensis	Reina Collareja	3	A	Ins
		Basileuterus tristriatus	Reinita Cabecilistada	3	M	Ins
	Thraupidae	*Coereba flaveola*	Mielero Flavo	8	M	Nec

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	n	S	GT
		Dacnis cayana	Dacnis Azul	1	M	Nec
		Tangara chilensis	Tangara Paraíso	10	M	Fru
		Tangara parzudakii	Tangara Cariflama	4	M	Fru
		Tangara xanthocephala	Tangara Coronizafrán	8	M	Fru
		Tangara puctata	Tangara Punteada	2	M	Fru
		Tangara cyanicollis	Tangara Capuchiazul	3	M	Fru
		Tangara cyanotis	Tangara Cejiazul	5	M	Fru
		Tangara gyrola	Tangara Cabecibaya	4	M	Fru
		Pipraeidea melanonota	Tangara Pechianteada	3	M	Fru
		Chlorochrysa calliparaea	Tangara Orejinaranja	1	M	Fru
		Tangara arthus	Tangara Dorada	5	M	Fru
		Tangara nigroviridis	Tangara Lentejualada	4	M	Fru
		Tangara chrysotis	Tangara Orejidorada	2	M	Fru
		Thraupis episcopus	Tangara Azuleja	7	B	Fru
		Thraupis palmarum	Tangara Palmera	5	B	Fru
		Ramphocelus carbo	Tangara Concha de Vino	4	B	Fru
		Cissopis leveriana	Tangara Urraca	3	M	Fru
		Tachyphonus rufus	Tangara Filiblanca	1	M	Fru
		Chlorospingus flavigularis	Clorospingo Goliamarillo	2	M	Fru
		Chlorospingus canigularis	Clorospingo Golicinereo	3	M	Fru
		Volatinia jacarina	Semillerito Negriazulado	4	B	Ins
		Sporophila castaneiventris	Espiguero Ventricastaño	3	B	Fru
		Oryzoborus angolensis	Semillero Menor	2	M	Fru
	Cardinalidae	*Saltator maximus*	Picogrueso Piquirojo	3	M	Ins
		Saltator atripenis	Saltador Alinegro	6	M	Ins
		Piranga rubra	Piranga Roja	3	A	Ins
	Emberizidae	*Arremon aurantirostris*	Saltón Piquirrojo	2	M	Fru
		Zonotrichia capensis	Chingolo	7	B	Fru
		Ammodramus aurifrons	Sabanero Cejiamarillo	2	B	Fru
	Icteridae	*Cacicus cela*	Cacique Lomiamarillo	11	B	Omn
		Cacicus uropygialis	Cacique Subtropical	2	A	Omn
		Psarocolius angustifrons	Oropéndola Dorsirrojiza	10	M	Omn
	Fringillidae	*Euphonia xanthogaster*	Eufonia Ventrinaranja	5	B	Fru
		Sporagra olivacea	Jilguero Oliváceo	15	B	Fru
SIMBOLOGIA: **Categoría de abundancia**, R = raro, PC = poco común, C = común, A = abundante.						
Sens. = sensibilidad, B= baja, A = alta, M = media. **Grem. =** gremio alimenticio, Fru= Frugívoro, Omn= Omnívoro, Ins= Insectívoro, Pic=Piscívoro, Nec= Nectívoro, Carr=Carroñero. **n** = número de individuos.						

Tabla 4. 59: Lista de aves registradas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

La riqueza de familias registradas en el área del proyecto se presenta en el siguiente gráfico.

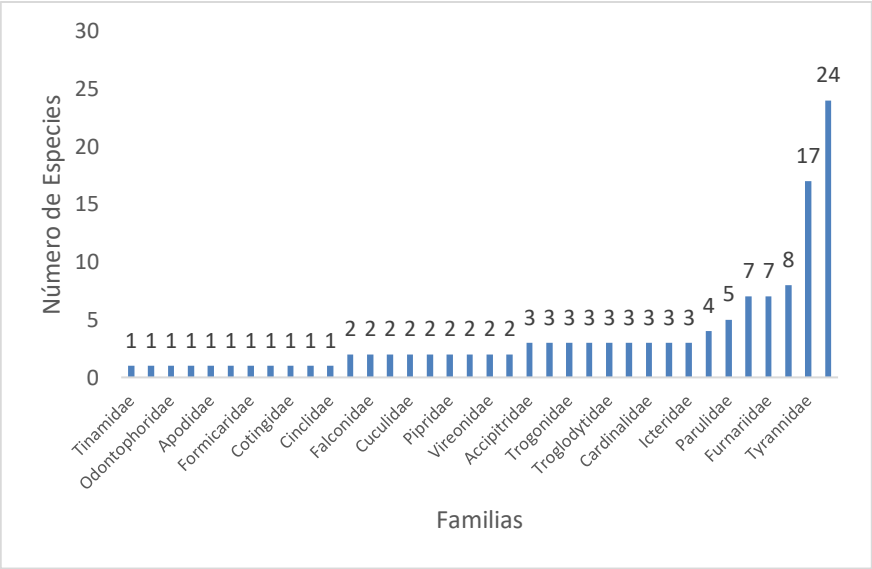


Figura 4. 61: Composición de la Avifauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

A continuación se hace una descripción rápida, de la riqueza de especies para cada estación de muestreo; el sitio con mayor riqueza es la estación 3 (PMA3), este sector está constituido por varias unidades de paisaje en diferente estado de conservación, lo cual probablemente se manifiesta en una mayor riqueza de aves, ya que estos vertebrados se adaptan con facilidad a sitios intervenidos o medianamente intervenidos (especies de baja sensibilidad y sensibilidad media), también es importante destacar que las condiciones climáticas fueron favorables los días en los que se trabajó en este sector, mientras que el resto de días presentaron un clima con frecuentes lluvias.

PMA1 – Registró un total de 34 especies de aves, mismas que pertenecen a 20 familias y 8 órdenes. La riqueza de esta estación representa el 27% del total de la avifauna registrada. La familia con mayor número de especies es Tyrannidae (8 especies). Las demás familias registran entre cinco y dos especies.

PMA2 – Registró un total de 38 especies de aves, pertenecientes a 26 familias y 12 órdenes, representando al 30% del total de especies registradas en el área de monitoreo. La familia con mayor diversidad fue Tyrannidae (10 especies). Las aves con mayor abundancia fueron: *Tangara chilensis y Psarocolius angustifrons* (10 individuos).

PMA3 – Registró un total de 81 especies de aves, pertenecientes a 32 familias y 12 órdenes, representando al 64% del total de especies registradas en el área de monitoreo. La familia con mayor diversidad fue Thraupidae (11 especies). Las aves con mayor abundancia fueron: *Pygochelidon cyanoleuca, Tangara chilensis y Psarocolius angustifrons* (10 individuos), *Streptoprocne zonaris y Pyriglena leuconota* y *Tangara xanthocephala* (8 individuos).

PMA4 – Registró un total de 45 especies de aves, pertenecientes a 21 familias y ocho órdenes, representando al 63% del total de especies registradas en el área de monitoreo. Las familias con mayor diversidad fueron Thraupidae (8 especies) y Tyrannidae (6 especies). La mayoría de especies registradas presentaron una baja frecuencia de individuos; destacando únicamente dos especies con cinco individuos; estas son: *Psarocolius angustifrons* y *Sporagra olivácea*. En el siguiente gráfico se indica la riqueza de especies de la avifauna por cada sitio muestreado.

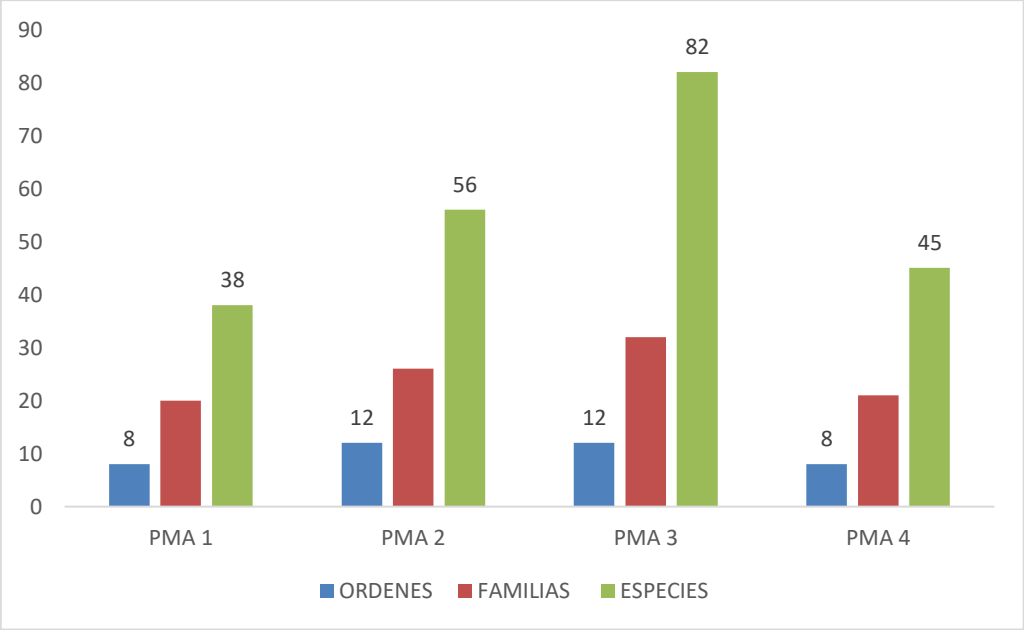


Figura 4. 62: Riqueza de especies de avifauna por punto de muestreo
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Abundancia relativa

Se trató de cuantificar la frecuencia de individuos para la mayoría de especies registradas, para ello existen algunas estrategias que se utilizan en campo y nos dan resultados aproximados, reduciendo al máximo sesgos en la información y datos más aproximados a la realidad biótica del área:

- En especies que son solitarias o que forman grupos pequeños, y es posible capturarlas en las redes u observarlas, se realiza el conteo de individuos sin mayor problema, obteniendo de forma precisa el dato de frecuencia, por ejemplo: gallinazos, águilas, gavilanes, halcones, tangaras, trepatroncos, soterreyes, colibríes, hormigueros, tiranidos, mirlo, algunas especies de loros, urracas, caciques, algunas especies de mieleros, semilleros, matorraleros, etc.

- En especies solitarias, de interior de bosque y que son registradas exclusivamente de forma auditiva y no son capturadas en las redes de neblina, de igual forma se obtiene su dato de frecuencia sin mayor complicación, por ejemplo: tinamúes, hormigueros, soterreyes, trepatroncos, formicaridos, algunas especies de carpinteros, tucanes, etc.

- En algunos casos y principalmente en especies que se ubican en borde de bosque, la señal auditiva nos permite en algunos casos a más del registro auditivo obtener contacto visual con la especie y poder contar el número de individuos, por ejemplo: varias especies de tangaras de sensibilidad media, mieleros, colibríes, trepatroncos, etc.

- En ocasiones y en especies de interior de bosque, se escucha el canto de varios individuos al mismo tiempo (coros grupales), lo cual no permite un conteo preciso de individuos, en esos casos se obtiene únicamente un registro cualitativo, sin embargo, existe la ventaja de que estas especies suelen ser capturadas en las redes de neblina, por ejemplo: saltarines, algunas especies de tangaras, algunas especies de tiranidos, etc.

- Por último y en ciertas épocas del año o épocas de fructificación de plantas, existen especies que vuelan en grandes bandadas, tales como: palomas, torcazas, loros, guacamayos, pericos, oropéndolas, gaviotas, etc. Debido a la gran cantidad de individuos resulta difícil contar toda la bandada, por tal razón se cuenta una parte y se calcula un aproximado total, según el tamaño de la bandada.

Cabe aclarar que la abundancia de individuos es un dato momentáneo y relativo que nos permite conocer la relación poblacional de especies en un área y presenta sesgos debido a varios factores, tales como: experticia del investigador, hora del registro, sociabilidad de la especie, clima, etc., por tal razón puede variar significativamente de un muestreo a otro.

De las 128 aves registradas, 15 especies (11,71%) están catalogadas como raras (1 individuo); 79 especies correspondientes al 61,71% se evaluaron como poco comunes (2 a cuatro 4); 25 especies correspondientes al 19,53% en la categoría común (5-10 individuos); y nueve especies se evaluaron como aves abundantes (más de 10 individuos) 7,03%.

Según lo descrito anteriormente el mayor número de especies fueron evaluadas en las categorías de baja frecuencia, esto probablemente tenga relación con un buen estado de conservación de las zonas de bosque que a su vez alberga una alta riqueza de aves con baja dominancia de especies, en función de un bajo número de especies evaluadas en la categoría Abundante.

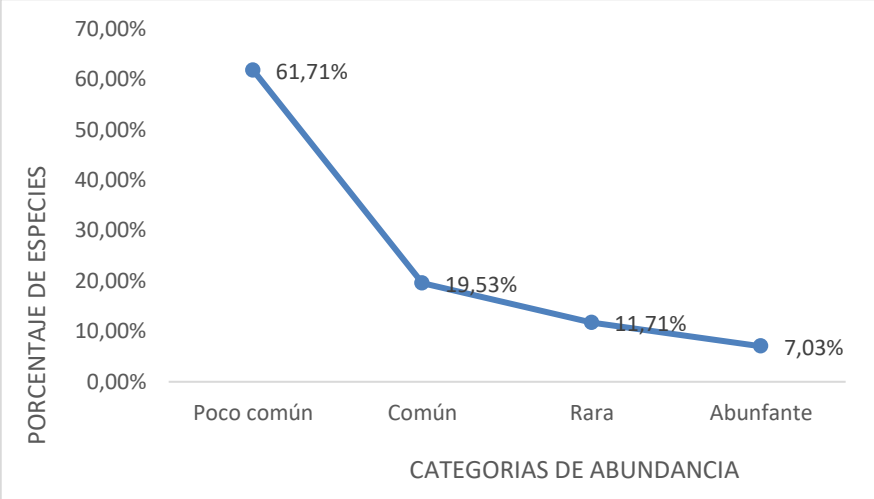


Figura 4. 63: Porcentaje de especies de Avifauna en cada categoría de abundancia
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Curva de abundancia – dominancia

En lo que tiene que ver a la abundancia de individuos por especie, destacan principalmente: el jilguero oliváceo (*Sporagra olivácea*) y el soterrey montés (*Henicorhina leucophrys*) con 15 individuos cada una; luego tenemos a la golondrina alirrasposa (*Stelgidopteryx ruficollis*) con 12 individuos: con 11 individuos el cacique lomiamarillo (*Cacicus cela*) y el gallinazo negro (*Coragyps atratus*): con 10 individuos las siguientes especies: la oropéndola dorsirrojiza (*Psarocolius angustifrons*), la tangara paraíso (*Tangara chilensis*), la parula tropical (*Setophaga pitiayumi*) y la golondrina azul y blanca (*Pygochelidon cyanoleuca*). La abundancia de estas especies representa el 21% de la abundancia total del área El resto de especies, no superan los 10 individuos. En el siguiente gráfico se presenta la curva de abundancia - dominancia de la avifauna registrada en la unidad de estudio.

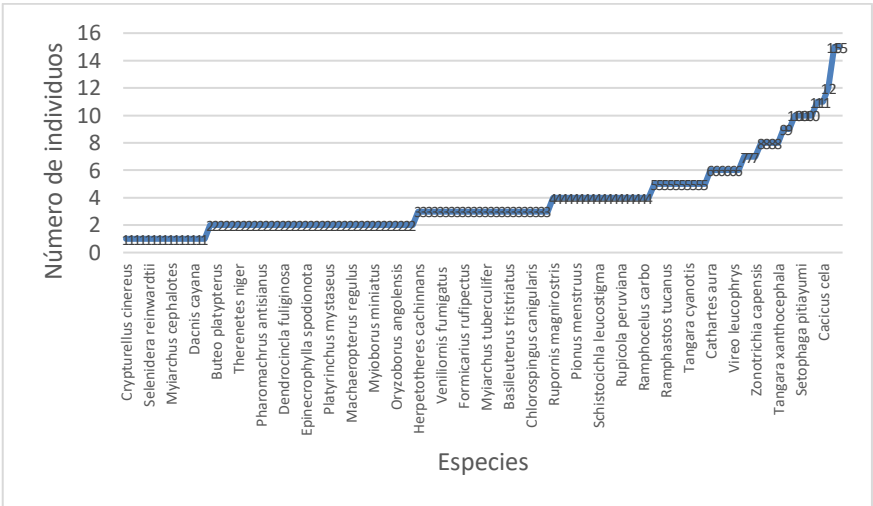


Figura 4. 64: Curva de abundancia – dominancia para la Avifauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Curva de acumulación de especie

La curva de acumulación se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Esta curva muestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número de muestras colectadas, y permite además estimar la eficiencia de muestreo.

La curva de acumulación de especies se elaboró conforme avanzaban los muestreos en cada uno de los sitios de estudio, en zonas alteradas y homogéneas como el área de trabajo, la curva de acumulación de especies se estabiliza en menor tiempo que en zonas en buen estado de conservación y heterogéneas y se necesita un menor esfuerzo de muestreo para describir un mayor porcentaje de los componentes naturales.

Como se observa en el gráfico, existe un marcado incremento de especies entre las estaciones 2 (PMA 2) y 3 (PMA 3); la causa principal podría ser el cambio de altitud y nivel de conservación entre un sitio y otro, ya que la estación tres es la que se ubica en el sector más bajo de la unidad de estudio y la que presenta mejor estado de conservación en cuanto a cobertura vegetal y presencia de especie; mientras que en la estación cuatro la curva tiende al equilibrio, ya que solo hubo el incremento de una especie en la última estación de muestreo.

Al cruzar la curva de acumulación de especies con el índice de Chao 1, tenemos una diferencia de tres especies entre el valor real obtenido en campo y el valor hipotético, lo cual da confiabilidad al esfuerzo de muestreo, ya que según este índice se obtuvo el 98% de especies probables.

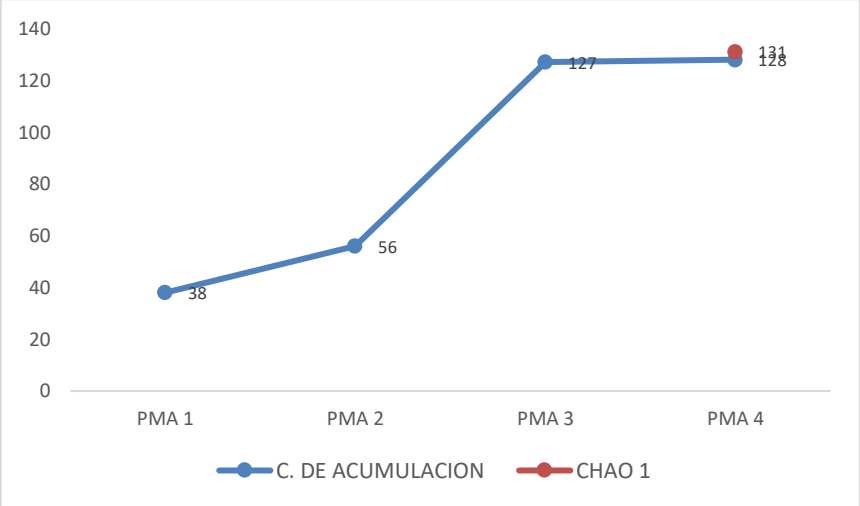


Figura 4. 65: Curva de acumulación de especies e índice de Chao 1, Avifauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índice de Chao 1

En la siguiente tabla se indica el valor obtenido para el índice de Chao 1, el cual se basa en las especies raras halladas en el área de estudio. El estimador Chao1,

como indicador de la estructura de la diversidad alfa, indica que la riqueza probable en toda el área es de 131 especies, que relacionándolas con las 128 registradas, nos indica una diferencia de tres especies a registrarse, es una diferencia mínima o baja y técnicamente nos indica que el esfuerzo de muestreo fue confiable para las características de la unidad de estudio.

Total de especies	Número de especies con un individuo	Número de especies con dos individuos	Índice de chao 1	Interpretación
128	14	35	131	Se estima 131 especies probables, en base a la estructura de las especies registradas.

Tabla 4. 60: Índice de Chao 1, Avifauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Diversidad

Índice de Shannon-Wiener

Para medir el valor cuantitativo de diversidad se aplicó el índice de Shannon, el cual se basa en la riqueza y abundancia de cada especie, se realizó un cálculo global para toda la unidad de estudio y también un cálculo por cada estación de muestreo.

La interpretación del índice de diversidad fue establecida en base a criterios de Magurran (1987). Según el índice de diversidad, en todas las estaciones de muestreo, se obtuvo un valor que supera los 3 bits, lo cual se interpreta como diversidad alta y sugiere que existe uniformidad en la abundancia de las especies con una baja dominancia. En la mayoría de casos el índice se ve directamente afectado por la alta riqueza de especies, principalmente en la estación tres y en el valor de toda la unidad de estudio.

Punto de Muestreo	Número de Especies	Número de Individuos	Diversidad de Shannon	Interpretación
PMA1	34	105	3,35	Diversidad alta
PMA2	38	81	3,42	Diversidad alta
PMA3	81	224	4,25	Diversidad Alta
PMA4	45	84	3.65	Diversidad Alta
Toda el área	**128**	**494**	**4,63**	**Diversidad alta**

Tabla 4. 61: Índices de diversidad para la Avifauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Especies sensibles e indicadoras

Las aves constituyen un grupo faunístico sumamente importante como bioindicadoras de la calidad de un determinado ecosistema, debido a que presentan un marcado nivel de sensibilidad frente a las alteraciones de su entorno; por ello, son muy importantes en las evaluaciones ecológicas rápidas. Según Stotz, et al., (1996), las aves presentan diferente grado de sensibilidad

frente a las alteraciones de su entorno; especies de alta sensibilidad (H), aquellas que prefieren hábitats en buenos estados de conservación, sean bosques primarios o secundarios de regeneración antigua y dependiendo de sus rangos de acción, también pueden adaptarse a remanentes de bosque natural intervenidos. Especies de sensibilidad media (M), aquellas que pueden soportar ligeros cambios ambientales y pueden encontrarse en áreas de bosque en buen estado de conservación y/o en bordes de bosque o áreas con alteración ligera y por último especies de baja sensibilidad (L), aquellas capaces de adaptarse y colonizar zonas alteradas.

En el presente estudio se registró los siguientes datos en relación a la sensibilidad de aves, el mayor número de ellas se acumulan en la categoría de sensibilidad media, con 66 especies (52%), luego están las de sensibilidad alta con 36 especies (28%) y finalmente las de baja sensibilidad, con 26 especies (20%).

Según los datos anteriormente descritos, en la unidad de estudio dominan ampliamente las especies de sensibilidad media con un porcentaje del 52%, lo cual indica que la mayor parte del área en la que se realizó el estudio presenta zonas de bosque en aceptable estado de conservación o con bajos niveles de intervención, puesto que también destacan 36 especies de alta sensibilidad las cuales requieren sitios en buen estado de conservación para sobrevivir, por último tenemos 26 especies de baja sensibilidad las cuales se ubican principalmente en las zonas de pastizales, bordes de bosque, caminos y vías.

Es importante señalar que, de las 36 especies de alta sensibilidad, registradas en el estudio, 33 de ellas fueron reportadas en las zonas de bosque cercanas a la casa de máquinas y parte de la línea de transmisión, en los puntos de muestreo (PMA2 y PMA3), lo cual es muy importante tomar en cuenta en la determinación de áreas sensibles, más aún si tomamos en cuenta que estas áreas conectan al Parque Nacional Sangay.

En el siguiente gráfico se expone el número de especies en cada una de las categorías de sensibilidad.

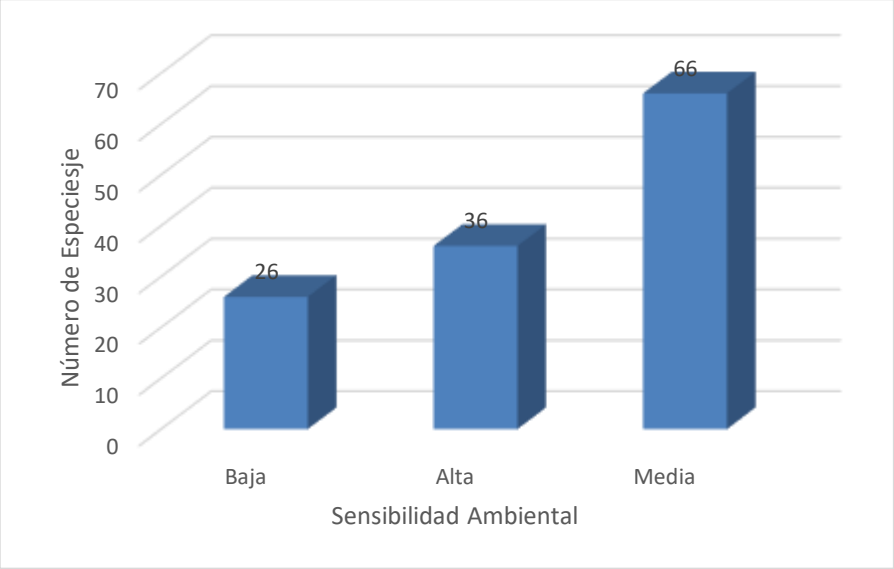


Figura 4. 66: Porcentaje de sensibilidad de las especies de avifauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Estado de Conservación y Endemismo

Según la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2021) y la Lista Roja de Aves del Ecuador (Freile y Poveda, 2019), de las 128 especies registradas, dos de ellas constan como Casi Amenazadas a nivel nacional y global y una de ellas consta en la categoría Vulnerable únicamente a nivel global.

Según la convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Salvaje Amenazadas (CITES, 2020), 23 de las 128 especies constan en el apéndice II de dicha convención, se trata de las especies que pertenecen a las siguientes familias: Accipitridae, Falconidae, Trochilidae y Psittacidae y las especies que constan en la tabla de estado de conservación.

Es importante señalar que las tres especies con problemas de conservación, de igual forma se registraron en los transectos de muestreo ubicados en las zonas de bosque cerca de la casa de máquinas (PMA2 y PMA3).

Especie	UICN, 2016	LSTA ROJA DEL ECUADOR	CITES
Odontophorus speciosus	NT	NT	
Patagioenas subvinacea	VU		
Campylopterus villaviscensio	NT	NT	
Crypturellus cinereus			II
Geotrigon frenata			II
Tyrannus melancholicus			II
Pharomachrus antisianus			II
Selenidera reinwardtii			II
Rupicola peruviana			II
Masius chrysopterus			II
Cinclus leucocephalus			II
Cacicus uropygialis			II
Accipitridae 3 spp.			II

Especie	UICN, 2016	LSTA ROJA DEL ECUADOR	CITES
Falconidae 3 spp.			II
Psittacidae 2 spp.			II
Trochilidae 7 spp.			II
SIMBOLOGIA: NT = ESPECIES Casi Amenazada, VU = especie amenazada en la categoría Vulnerable.			

Tabla 4. 62: Estado de conservación de la Avifauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

En cuanto a **especies endémicas,** se registró un ave de distribución restringida, se trata del Alasable del Napo (*Campylopterus villaviscensio*), es un colibrí de tamaño grande, según Granizo, et al. (2002), es una especie endémica de la región del alto Napo, desde el Oriente de Ecuador hasta el departamento de San Martín en Perú, en un rango altitudinal que va desde los 600 hasta los 2500 msnm. Es importante señalar que este reporté se dio en la estación de muestreo 3 (PMA3), siento el sitio de mayor importancia por las especies que ahí concurren.

Especies migratorias

Pese a que la jornada de trabajo de campo se realizó fuera de las épocas migratorias de las aves del norte (migratorias boreales) y las aves del sur (migratorias australes), se registraron algunas especies migratorias, probablemente se trata de individuos que no regresaron a sus cuarteles de residencia y reproducción, de igual forma se registraron algunas especies migratorias pero que a la vez también presentan individuos residentes, por tal razón sus poblaciones son estables.

Como se detalla en la tabla, se registraron tres especies que son exclusivas migratorias del norte (boreales), y tres especies que cuentan con individuos residentes y migratorios, incluso dos de ellas con individuos que migran del norte y del sur, es decir boreales y australes.

De igual forma para las aves migratorias, el sito de mayor importancia es la estación de muestreo 3 (PMA3), ya que es el sector que alberga mayoritariamente a este tipo de especies.

Especie	Mig. boreal	Mig. austral	Individuos residentes	Registro
Actitis macularius	X			PMA1-PMA3
Catharus ustulatus	X			PMA2-PMA3
Wilsonia canadensis	X			PMA1-PMA3
Tyrannus melancholicus		X	X	PMA2-PMA3
Elanoides forficatus	X	X	X	PMA3
Cathartes aura	X		X	PMA1-PMA2-PMA3

Tabla 4. 63: Especies migratorias de Avifauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Uso del recurso

Según información de los guías locales, el área de estudio no constituye un sitio de cacería para el personal de las comunidades aledañas, debido principalmente a la escases de especímenes de aves que pueden ser utilizados como fuente de proteína u otros fines comerciales.

Conclusiones

- La clase aves es la más representativa dentro del área de estudio con 128 especies, se trata de una alta riqueza que expresa la importancia que aun guarda el área de estudio para la conservación de la flora y fauna y la importancia de incluir en el plan de manejo actividades que permitan proteger estos vertebrados.

- Una alta riqueza de especies de aves, expresa a su ve una buena funcionalidad Ecosistémica del bosque, ya que está en capacidad de producir diferentes tipos de alimento, hábitats, microhábitats, refugios, dado en función de una buena cobertura vegetal natural en la concurre una variada riqueza de flora nativa.

- Las zonas de bosque cercanas a la casa de máquinas (PMA3) son de importancia ecológica ya que en esta área se registró la mayor riqueza de especies de toda el área (81), entre las que destacan algunas especies de aves importantes por su ecología, tal es el caso de especies amenazadas, endémicas, sensibles, aves rapaces y aves migratorias.

- Es muy importante destacar la presencia de 36 especies de aves de alta sensibilidad a cambios en su entorno, pues esto es un indicador de que en la unidad de estudio aún persisten zonas con cobertura vegetal en buen estado de conservación e importantes para la sobrevivencia de aves vulnerables a la pérdida de vegetación.

4.3.3.3 Herpetofauna

Las estribaciones de los Andes en América del Sur, se encuentra entre las zonas de mayor importancia en lo que a diversidad biológica se refiere, pero al mismo tiempo es uno de los ecosistemas más amenazados del planeta (Biodiversity Support Program *et al*.1995). Sus principales formaciones vegetales son el Bosque Pie Montano en la región subtropical y baja Amazonía en la región tropical presentan categorías a nivel global que las ubican como vulnerables y prioritarias para la conservación (Biodiversity Support Program *et al*. 1995).

Las estribaciones a cada lado de los Andes están entre los de mayor endemismo del planeta y los menos investigados. Actualmente, se pueden observar pequeños remanentes de vegetación, con relación a la extensión reportada hace algunos años. Se estima que el 60% de la vegetación original ha desaparecido,

principalmente, por la conversión de la vegetación nativa en zonas de pastizales para el uso intensivo del suelo en beneficio de actividades agrícolas y ganaderas (Aldrich *et al.* 1997).

Aunque está región representan únicamente el 9% de la superficie total de América del Sur, casi el 50% de los anfibios y 25 % de los reptiles son endémicos de esta zona. Varias especies tienen restringidas distribuciones y muchas son conocidas de pocas localidades y escasa información es disponible acerca de distribución ecológica y geográfica (Lynch 1986).

Metodología

El levantamiento de información de anfibios y reptiles se llevó a cabo en tres estaciones de muestreo, en seis días efectivos de trabajo de campo, dos días en cada estación.

Para el estudio en el sector, se utilizaron las siguientes técnicas

Transectos Lineales (TL).- La Estación de muestreo fue analizada de acuerdo a las características de la vegetación, por medio de la instauración de un transecto de 500 m. de longitud por 4 m. de banda de muestreo, en donde se realizó la búsqueda y captura de todos los individuos de anfibios y reptiles observados en el suelo, hojarasca, bajo troncos y sobre la vegetación, durante un tiempo aproximado de 5 horas en el día y 4 horas en la noche por transecto, de acuerdo a la densidad de animales observados.

El muestreo de herpetofauna a través de transectos, ha probado ser la técnica más eficaz para estudiar densidades poblacionales de reptiles y anfibios en diferentes pisos altitudinales y en diferentes tipos de hábitats (Jaeger, 1994; Reaser, 1999), lográndose un alto éxito de observaciones en función del esfuerzo de muestreo invertido.

Esta metodología de muestreo ha demostrado ser efectiva al evaluar la diversidad de la herpetofauna tropical (Veith *et al.* 2004, Angulo *et al.* 2006, Ribeiro-Júnior *et al.* 2008).

El transecto es un método estandarizado en tiempo y espacio, el cual se enfoca en la herpetofauna activa o inactiva en el día y la noche. Entre las 08:30h hasta las 12:30 h en el día y por la noche de 18:00h hasta las 00:00h.

Registros Auditivos (RA). - Complementariamente a los transectos lineales, especialmente en sectores que cubrían áreas de reproducción de anfibios (cuerpos de agua), se efectuaron registros auditivos de las vocalizaciones de anuros. Esta técnica permite detectar especies de anfibios que son difíciles de registrar con metodologías de observación directa, especialmente aquellos que habitan en el dosel o que dependen del agua para su reproducción y que se ocultan bien para vocalizar en las orillas de pantanos o en zonas inundables (Heyer, 1994). La cuantificación de ranas macho vocalizando, se estimará mediante los rangos recomendados por Lips y Reaser (1999): 1 para un individuo macho; 2 para un

coro de 2-5 machos; 3 para un coro de 6-10 machos; y, 4 para coros de >10 machos.

Esta metodología se utilizó simultáneamente a los muestreos en transectos.

Identificación Taxonómica Preliminar.- Los individuos observados durante los recorridos, fueron fotografiados en el campo (4 planos por cada animal: lados, dorsal y ventral), luego en el campamento se los identificará preliminarmente con la ayuda de claves taxonómicas (para anfibios y reptiles: Duellman, 1978), guías de campo de reptiles (Valencia et al., 2008a) y anfibios (Valencia et al., 2008b), (Valencia, J. y Garzón K., 2011) y guías fotográficas (anuros: Bustamante, 2000), (Brito, J. y Almendáriz, A., 2013), (Ortega-Andrade, 2010).

Las vocalizaciones registradas fueron identificadas con el CD de Cantos de Ranas de la Amazonía (Read, 2010).

Los recorridos de muestreo mediante transectos lineales se establecieron de tal manera que permitan cubrir una variación significativa de ambientes y micro hábitats representativos de cada sector. A continuación, se detalla la ubicación y características del transecto.

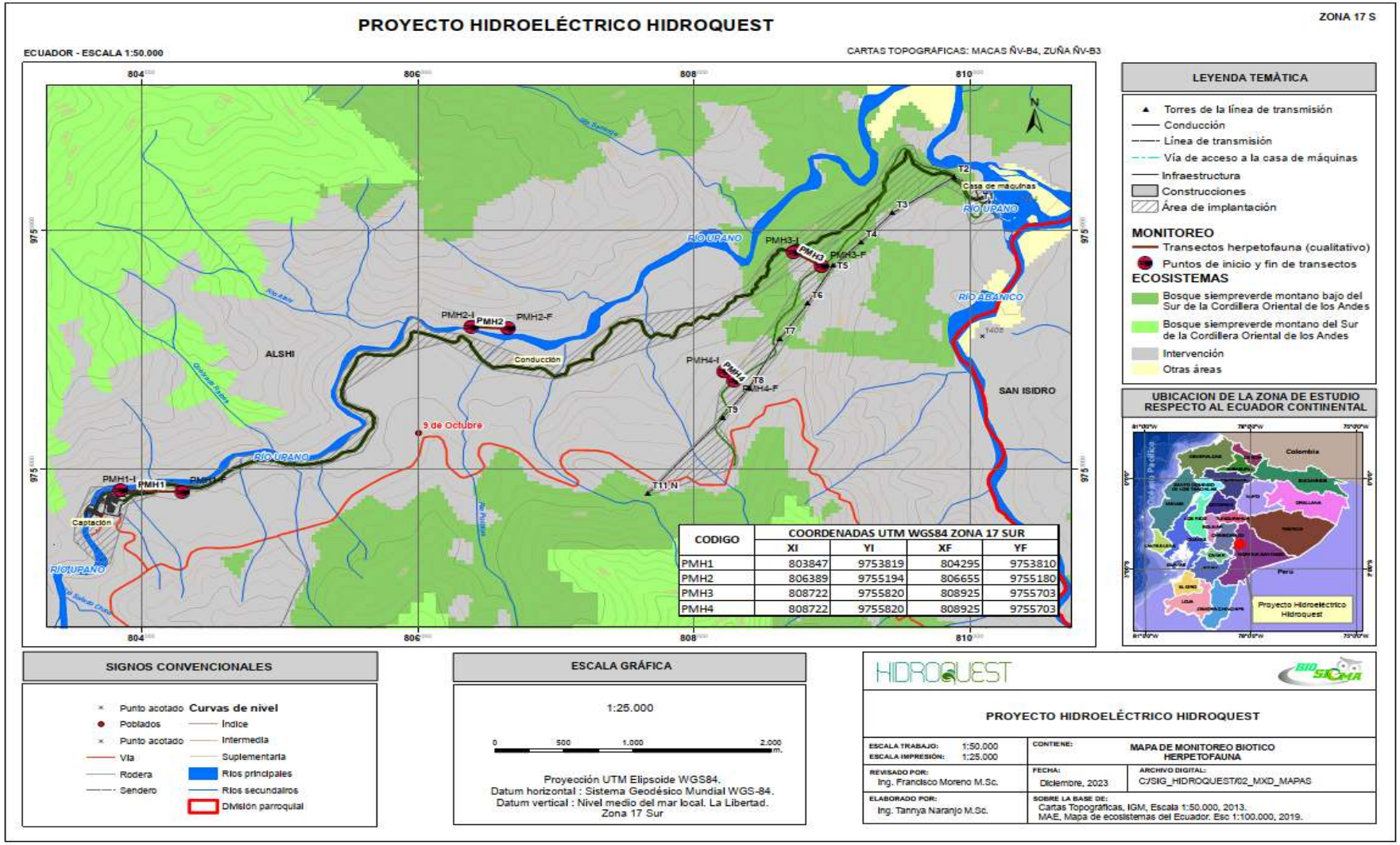
Estación	Sitio.	Coordenadas				Metodología
		Inicio		Fin		
PMH1 Captación /interconexión	Bosque secundario de tierra firme, remanentes de bosque maduro, junto a pastizales en regeneración y cerca del río Upano	803847	9753819	804295	9753810	Transecto y Registro Auditivo.
PMH2 Línea de Conducción	Bosque secundario de tierra firme, remanentes de bosque natural, junto a pastizales y otros sistemas productivos, cerca del río Upano.	806389	9755194	806655	9755180	Transecto y Registro Auditivo.
PMH3 (Casa de Máquinas)	Bosque natural intervenido, junto a bosque secundario, pastizales abandonados en proceso de regeneración, junto al río Upano.	808722	9755820	808925	9755703	Transecto y registros auditivos
PMH4 (Vía de Acceso y Línea de Transmisión)	Bosque secundario colinado altamente intervenido junto a extensos pastizales	808218	9754817	808290	9754744	Transecto y registros auditivos

Tabla 4. 64: Puntos de muestreo de Herpetofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

La toma de datos in situ se realizó por dos observadores: investigador y asistente local, en tres estaciones de muestreo, durante seis días de trabajo de campo; a continuación, se presenta el detalle de esfuerzo.

Metodología.	Horas / Día.	Horas / Total
Transectos Lineales y Registros Auditivos.	9 horas/día Diurno y nocturno	72 horas /6 días.

Tabla 4. 65: Esfuerzo de muestreo para la Herpetofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor



Mapa 4.21: Mapa de puntos de muestreo de herpetofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Riqueza Total

Se registró en toda el área un total de 66 individuos pertenecientes a 19 especies, esta riqueza representa el 5,73% de la riqueza de herpetofauna del Ecuador (1151 – Ron, et al., 2021, Torres-Carvajal, et al., 2022) y el 10% de la herpetofauna del piso subtropical oriental (Albuja, et al., 2012). Los anfibios se componen de 15 especies agrupadas en cuatro familias del Orden Anura: Bufonidae (3), , Hylidae (3) Leptodactylidae (1) y Strabomantidae (9); mientras que los reptiles se componen de tres especies agrupadas en dos familias y tres subfamilias: Iguanidae (Hoplocercinae) (1), Iguanidae (Tropidurinae) (1) y Colubridae (Colubrinae) (1).

N°	Orden	Familia	Especie	PMH 1	PMH 2	PMH 3	PMH 4	Total
1	ANURA	Bufonidae	*Rhinella margaritifera*		1			1
2			*Rhinella marina*	2	3			5
3			*Amazophrynella minuta*			3		3
4		Hylidae	*Boana almendarizae*	1	1			2
5			*Osteocephalus verruciger*	2				2
6			*Scinax ruber*	5	5			10
7		Leptodactylidae	*Leptodactylus wagneri*			1		1
8		Strabomantidae	*Pristimantis altamazonicus*			2		2
9			*Pristimantis bicantus*				2	2
10			*Pristimantis conspicillatus*	8	5			13
11			*Pristimantis diadematus*	1				1
12			*Pristimantis incomptus*		1			1
13			*Pristimantis nigrogriseus*	1				1
14			*Pristimantis peruvianus*				2	2
15			*Pristimantis rhodostichus*				8	8
16			*Pristimantis rubicundus*			5		5
17	SQUAMATA Suborden: Sauria	IGUANIDAE: Hoplocercinae	*Enyalioides praestabilis*		1			1
18		IGUANIDAE: Tropidurinae	*Stenocercus angulifer*			5		5
19	SQUAMATA Suborden: Serpentes	COLUBRIDAE: Colubrinae	*Chironius fuscus*			1		1
Total, Individuos Registrados por Punto de Muestreo				17	20	17	12	66

Tabla 4. 66: Especies de Herpetofauna registradas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Con relación a los anfibios, en términos de riqueza y abundancia absoluta, número de especies e individuos registrados en toda el área de estudio, se observó que la familia Strabomantidae (ranas cutín) presenta nueve especies y 35 individuos.

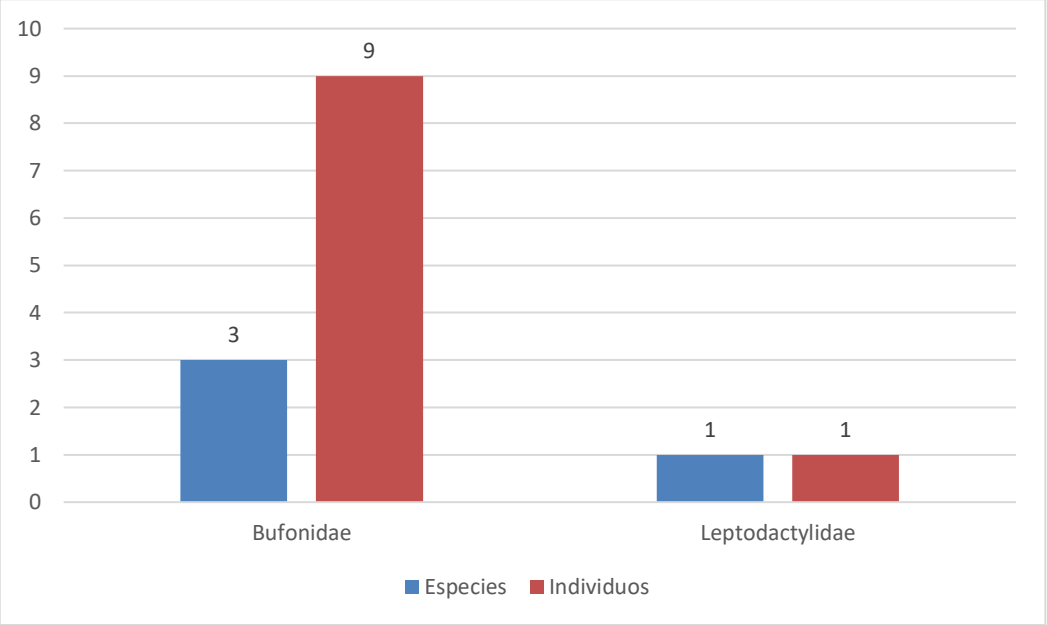


Figura 4. 67: Composición y estructura de los Anfibios registrados
Fuente y elaboración: Equipo consultor

En el grupo de los reptiles, existieron pocos registros para la zona, siendo un dato muy inferior al de los Anfibios, con apenas tres especies.

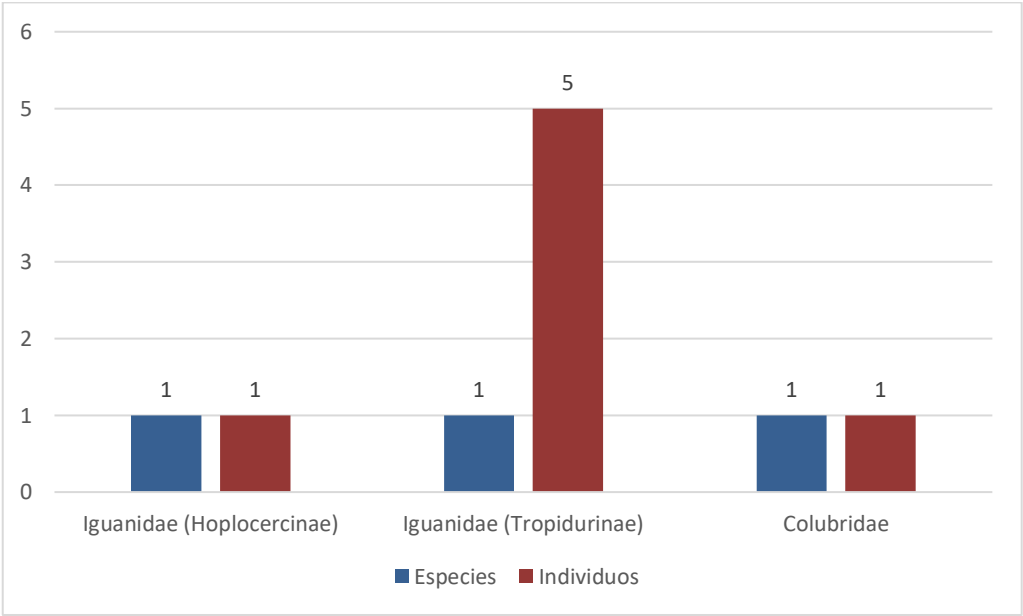


Figura 4. 68: Composición y estructura de los reptiles registrados
Fuente y elaboración: Equipo consultor

A continuación, se describe la riqueza por cada estación de muestreo,

PMH1: Captación/tanque de carga. – Se registró 7 especies de anfibios y ninguna de reptiles, las especies registradas son de hábitos terrestres y arborícolas.

Pristimantis conspicillatus (Pi= 0,4; n=8), de hábitos nocturnos, se la encuentra sobre bojas de pequeños arbustos a menos de 2 metros de altura, durante el día se ocultan entre la hojarasca del bosque.
Scinax ruber (Pi= 0,25; n=5), rana nocturna y arborícola, que habita en áreas intervenidas o bosques secundario, cantan en pozas de agua estancada o pastizales.

Rhinella marina (Pi= 0.10; n=2), Especie nocturna y terrestre, generalmente habita en áreas abiertas, naturales o artificiales incluyendo zonas agrícolas, potreros, jardines, caminos y carreteras, en el borde de ríos, riachuelos o canales; casi nunca se la encuentra dentro de bosques.

Osteocephalus verruciger (Pi= 0,10; n=2), rana nocturna y arborícola, suele ser observada en bosque secundario, maduro o zonas abiertas, asociada a cuerpos de agua como esteros, pequeños riachuelos, estanques permanentes o estacionales, suele ser observada en la vegetación perchando en ramas a menos de 2 metros del suelo.

Pristimantis nigrogriseus (Pi= 0,05; n=1), rana nocturna y arborícola, que habita en el bosque secundario, maduro o zonas abiertas, se la observa en vegetación menos a 1,50 metros.

Pristimantis diadematus (Pi= 0,05; n=1), rana nocturna y arborícola, que habita en bosque de tierra firme primario o secundario, asociada a esteros, se la encuentra en vegetación menor a 1,5 metros del suelo.

Boana almendarizae (Pi= 0,05; n=1), rana nocturna y arborícola, que habita en bosques montanos y pie montanos primarios, secundarios o zonas abiertas, se la encuentra en vegetación a menos 1,5 metros.

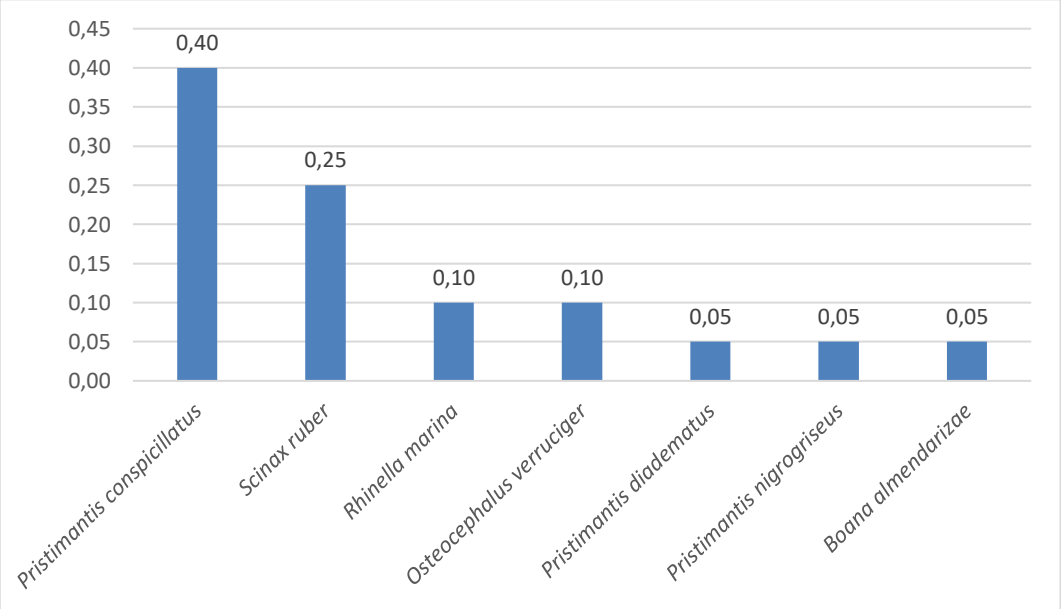


Figura 4. 69: Herpetofauna y su Pi en la estación de muestreo 1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

PMH2: Línea de conducción. – Se registró 6 especies de anfibios y un reptil, estas especies son de hábitos terrestres y arborícolas.

Scinax ruber (Pi= 0,29; n=5), rana nocturna y arborícola, que habita en áreas intervenidas o bosques secundario, cantan en pozas de agua estancada o pastizales.

Pristimantis cosnpicillatus (Pi= 0,29; n=5), de hábitos nocturnos, se la encuentra sobre bojas de pequeños arbustos a menos de 2 metros de altura, durante el día se ocultan entre la hojarasca del bosque.

Rhinella marina (Pi= 0,18; n=3), especie nocturna y terrestre, se la encuentra en zonas muy intervenidas, aprovecha las zonas iluminadas para capturar insectos, no es muy frecuente encontrar estos sapos en zonas con vegetación primaria o internadas en el bosque.

Pristimantis incomtus (Pi= 0,06; n=1), rana nocturna y arborícola que se le encuentra perchando en vegetación menos a 1 metro, se esconde en pequeños agujeros en el suelo o entre las raíces de la vegetación cercana, habita en bosque secundario o cercano a sitios alterados.

Hypsiboas almendarizae (Pi= 0,06; n=1), rana nocturna y arborícola, que habita en bosques montanos y pie montanos primarios, secundarios o zonas abiertas, se la encuentra en vegetación a menos 1,5 metros.

Enyalioides prestabilis (Pi= 0,06; n=1), lagartija diurna y arborícola, por la noche es común observaras durmiendo sobre troncos o ramas a menos de 1,7 metros cerca de lagunas y arroyos.

Rhinella margaritifera (Pi= 0,06; n=5), sapo diurno o nocturno que vive entre la hojarasca del bosque primario de tierra firme, en la noche se la puede observar descansando sobre la vegetación a menos de 1 metro de altura, están asociados a cuerpos de agua como esteros o pequeños riachuelos.

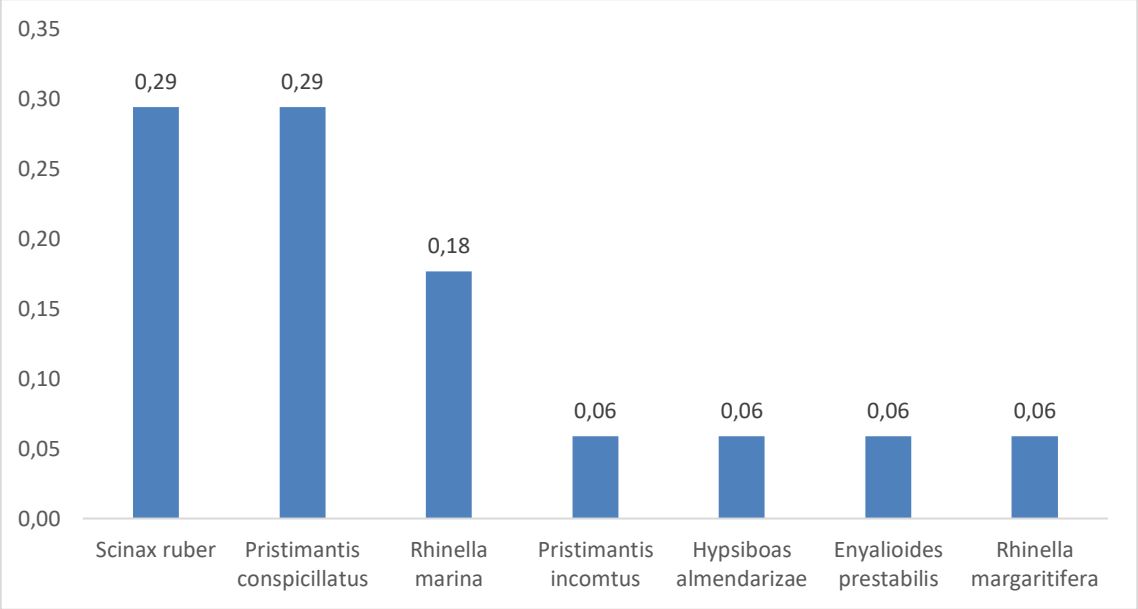


Figura 4. 70: Herpetofauna y su Pi en la estación de muestreo 2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

PMH3: Casa de máquinas – Se registró cuatro especies de anfibios y dos especies de reptiles, las especies registradas son de hábitos terrestres y arborícolas, las especies con mayor densidad poblacional fueron:

Pristimantis rubicundus (Pi= 0,29; n=5), rana nocturna y arborícola, que habita en el bosques primarios y secundarios, se la observa en vegetación hasta los dos metros de altura.

Stenocercus angulifer (Pi= 0,29; n=5), lagartija diurna que aprovecha los rayos del sol a primeras horas del día. Esta especie tiene un número de puesta de dos huevos.

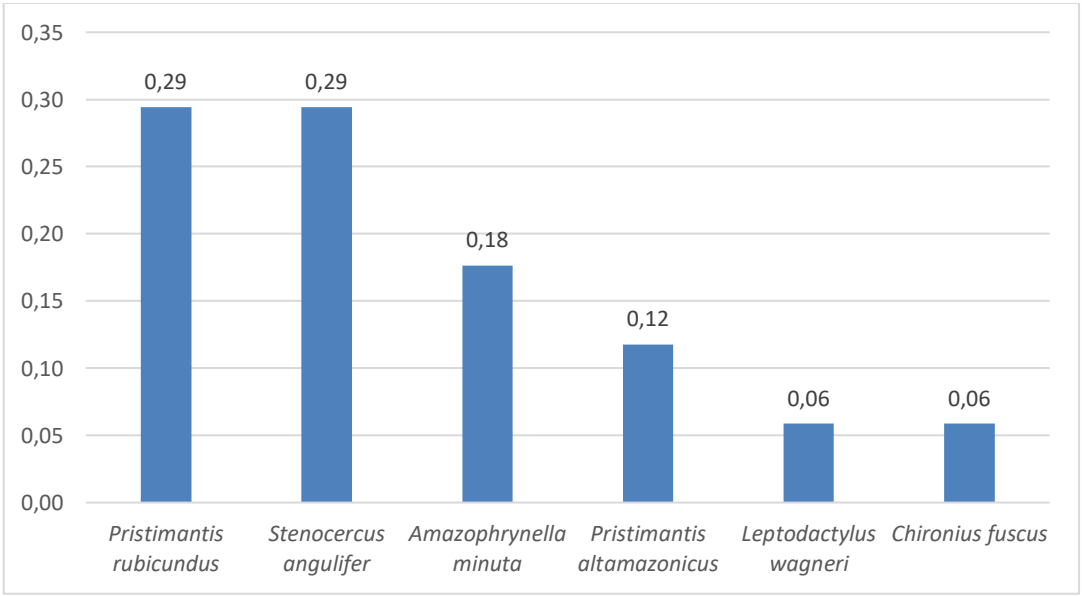


Figura 4. 71: Herpetofauna y su Pi en la estación de muestreo 3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

PMH4: Vía de acceso-Línea de transmisión: Se registró tres especies de anfibios, no se registraron reptiles.

Pristimantis rhodostichus (Pi= 0,67; n= 8). Habita bosque húmedo montano primario. No se sabe si puede tolerar hábitats degradados. De actividad nocturna y arbórea. Durante el día se los ha encontrado en bromelias terrestres.

Pristimantis bicantus (Pi= 0,17; n= 2). Es una de las dos especies de ranas más abundantes, de actividad nocturna, habita en bosque maduro y secundario.

Pristimantis peruvianus (Pi= 0,17; n= 2). Es una especie terrestre y de vegetación baja, de bosque nublado, bosque inundado y bosque de palma inundado.

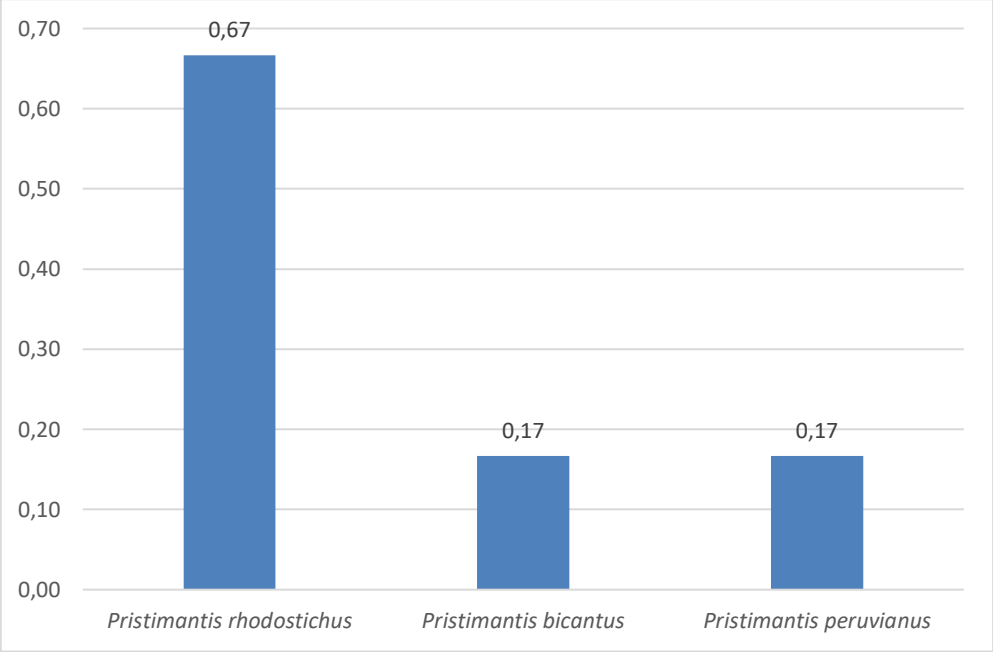


Figura 4. 72: Herpetofauna y su Pi en la estación de muestreo 4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Curva de Acumulación de Especies

Para elaborar la curva de acumulación de especies en el presente estudio, se tomó en cuenta el incremento de especies en cada transecto o punto de muestreo, así tenemos en el primer punto siete (7) especies, en el segundo punto de muestro la riqueza se incrementa a 10 en el tercer punto esta riqueza aumenta a 16 especies y por último en el cuarto día la riqueza se incrementa a 19 especies.

Según la curva de acumulación de especies esta no tiende a equilibrarse ya que entre el segundo tercer y cuarto punto de muestreo existe un incremento de seis (6) y tres (3) especies respectivamente, lo cual indica que en la unidad de estudio la riqueza de especies de herpetofauna probablemente es mayor a la que se registró en campo.

De igual forma esto tiene concordancia para el índice de Chao 1, ya que este registró un valor de 22.5 probables especies, lo cual indica una diferencia de 3.5 especies entre el valor real y el valor hipotético.

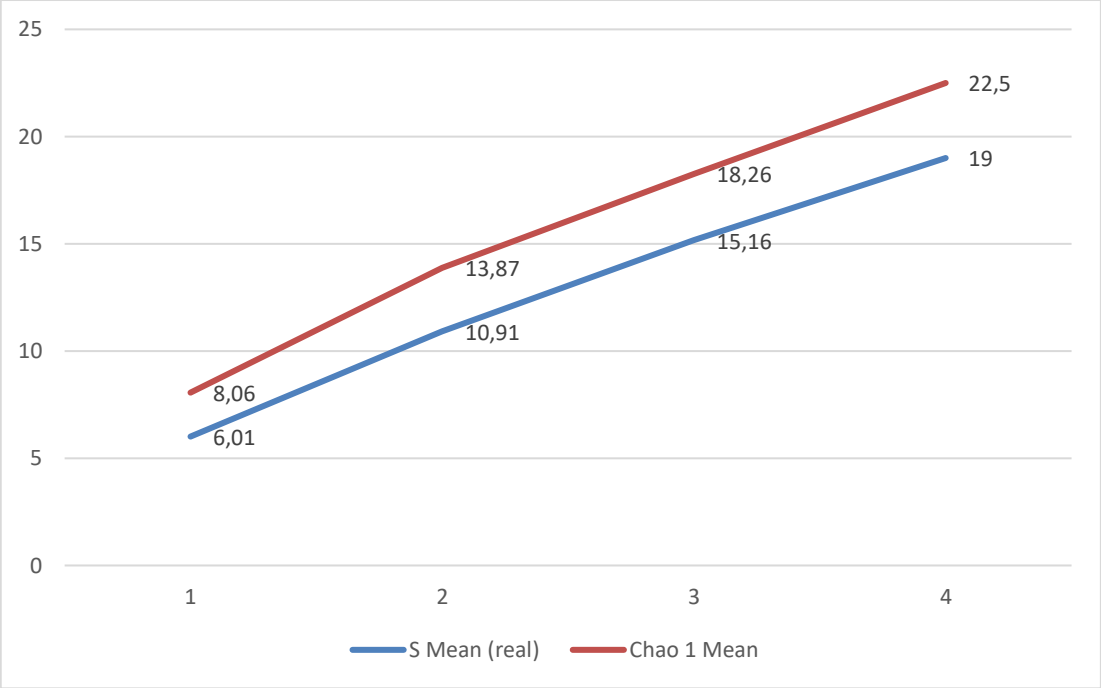


Figura 4. 73: Curva de acumulación de especies de Herpetofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índice de CHAO 1

Tomando en cuenta que se está evaluando la unidad de estudio en su totalidad para calcular el Índice de CHAO 1 se toma en cuenta todas las especies registradas en el estudio y aquellas que fueron evaluadas en el estudio como raras, con 1 o 2 individuos respectivamente.

Al aplicar la formula del índice de CHAO 1 se obtiene un valor probable de 22.5 especies es decir 3.5 especies más que el valor real obtenido en campo, lo cual indica que la riqueza real es mayor y está en concordancia con la curva de acumulación de especies.

Total, de especies	Número de especies con un individuo	Número de especies con dos individuos	Índice de chao 1	Interpretación
19	7	5	22.5	Se estima 22.5 especies probables, en base a la estructura de las especies registradas.

Tabla 4. 67: Índice de Chao 1 para la Herpetofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Diversidad

Índice de Shannon (H´).

La diversidad alfa de cada punto de muestreo, se calculó mediante las medidas de diversidad de Shannon (H´= -Σpi logn pi), el cual se basa en la abundancia proporcional de especies, considerando que una comunidad es más diversa mientras mayor sea el número de especies que la compongan y menor dominancia presenten una o pocas especies con respecto a las demás (Franco-López et al., 1985).

A continuación, se presenta el análisis de cada uno de los puntos de estudio:

PMH1: Bosque secundario y bosque natural de tierra firme, dosel parcialmente abierto con pocos árboles que sobrepasan los 20 metros de altura, plantas epífitas sin presencia de arbustos y vegetación herbácea ya removida se presume para ampliación de frontera agrícola ya que junto existe una plantación de maíz, presencia de abundantes zonas de pastizales alrededor; con un pequeño estero que se encuentra en el borde entre el bosque y el pastizal, con presencia de un pequeño estanque temporal que se encuentra al final del camino de acceso y el Río Upano que se encuentra en el borde, presenta un índice de H´= 1,623 que según la interpretación de Magurran (1987) presenta una diversidad media para la zona.

PMH2: Bosque secundario y bosque natural de tierra firme, dosel parcialmente abierto con pocos árboles que sobrepasan los 20 metros de altura, plantas epífitas y arbustos, presencia de abundantes zonas de pastizales durante todo el recorrido y zonas de cultivo de maíz y plátano; sin presencia de un sistema de cuerpos de agua dentro del bosque, salvo el Río Upano que se encuentra en el borde del bosque, presenta un índice de H´= 1,693 que según la interpretación de Magurran (1987) presenta una diversidad media para la zona.

PMH3: Esta estación de muestreo se ubicó en un remanente de bosque natural intervenido con dosel que oscila entre cerrado y semi abierto y especies arbóreas que pueden llegar hasta los 30 m de altura, no se registró cuerpos de agua dentro del bosque, por lo que los transectos se establecieron cerca del rio Upano. Presenta un índice de H´ = 1,61 que según la interpretación de Magurran (1987) presenta una diversidad media para la zona.

PMH4: Área conformada por bosque un pequeño parche de bosque secundario altamente intervenido con árboles aislados que no sobrepasan los 20 metros de altura, se encuentra rodeada por áreas extensas de pastizal y zonas de cultivo. Presenta un índice de H´ = 0.867 que según la interpretación de Magurran (1987) presenta una diversidad baja para la zona.

Diversidad Total: Tomando en cuenta la superficie de la unidad de estudio se considera importante realizar un análisis total de diversidad para lo cual se obtuvo

un valor de H´ = 2,56 que según la interpretación de Magurran (1987) presenta una diversidad media para la zona.

Especies sensibles

En general y de acuerdo a lo establecido por Pearman (1997) y Vitt et al. (1998), una buena calidad ambiental en ecosistemas forestales tropicales, puede estar determinada por la presencia y una abundancia representativa de especies de ranas cutines del género Pristimantis, las ranas son sensibles a cambios drásticos en los ambientes forestales en que habitan. Una riqueza representativa de ranas cutines se detectó en PMH2 y PMH4 (3 especies cada uno) zonas de bosque secundario y bosque natural de tierra firme, dosel parcialmente abierto con pocos árboles que sobrepasan los 20 metros de altura en PMH2, plantas epífitas sin presencia de arbustos y vegetación herbácea ya removida se presume para ampliación de frontera agrícola ya que junto existe una plantación de maíz, presencia de abundantes zonas de pastizales alrededor; con presencia de un pequeño estanque temporal que se encuentra al final del camino de acceso y el Río Upano que se encuentra en el borde.

Estado de conservación y endemismo de las especies

El estado de conservación de los anfibios y reptiles en el área estudiada, está definido bajo los parámetros de evaluación, en un contexto nacional para anfibios según Ron et al. (2021) y para reptiles según Carrillo et al. (2005); e internacional según IUCN (2021).

Los patrones de distribución, estado de conservación y endemismo de las especies fueron revisados en Amphibian species of Word (Frost 2006) y Reptil Data Base (Uetz 2000-2006). Las especies protegidas por CITES se establecieron de UNEP-WCMC (2020).

Los anfibios: *Rhinella margaritifera*, *R. marina*, *Amazophrynella minuta, Pristimantis conspicillatus*, *P. diadematus*, *P. altamazonicus, P. peruvianus, Osteocephalus verruciger*, *Scinax ruber*, *Leptodactylus wagneri, Stenocercus angulifer* y Chironius *fuscus* se encuentran catalogadas como LC= Preocupación menor y *Pristimantis incomptus*, *P. nigrogriseus*, *P. rhodostichus* y *Boanaalmendarizae* se encuentran catalogadas como NT= Casi Amenazadas. Una especie (*Enyalioides praestabilis)* se encuentra catalogada como VU = Vulnerable y otra (*Pristimantis rubicundus*) se encuentra catalogada como EN = En peligro

Especies endémicas tenemos a *Pristimantis bicantus, Pristimantis incomptus*, *Pristimantis nigrogriseus*, *Pristimantis rubicundus* y *Boana almendarizae*.

Las especies que están evaluadas en categoría de alto riesgo, se debe a la degradación, fragmentación de los hábitats y contaminación de los cuerpos de agua.

En lo que tiene que ver con herpetofauna de distribución restringida, el área de estudio es muy importante, ya que alberga cinco especies endémicas para el Ecuador y dos especies endémicas regionales.

La estación de muestreo 3 (PMH3), adquiere un carácter sensible, ya que alberga una especie que se ubica en categoría de alto riesgo a nivel global (UICN) y a la vez su distribución es restringida (endémica) a los bosques piemontanos y montanos de la cordillera oriental de los Andes del Ecuador. También es importante destacar que las estaciones muestreo 1 (PMH1), 2 (PMH2) y 4 (PMH4) albergan tres especies Casi Amenazadas y de igual forma endémicas para los bosques piemontanos y montanos del Ecuador.

Especie	**Categoría de Amenaza**						**CITES**			**ECUADOR**	**Endemismo**		
	EN	VU	NT	LC	DD	NE	I	II	III	Est. Cons.	NEN	EE	ER
Rhinella margaritifera				X						LC	X		
Rhinella marina				X						LC	X		
Amazophrynella minuta				X						LC	X		
Boana almendarizae					X					NT		X	
Osteocephalus verruciger				X						LC	X		
Scinax ruber				X						LC	X		
Leptodactylus wagneri				X						LC	X		
Pristimantis altamazonicus				X						LC	X		
Pristimantis bicantus						X				LC		X	
Pristimantis conspicillatus				X						LC	X		
Pristimantis diadematus				X						LC	X		
Pristimantis incomptus		X								NT		X	
Pristimantis nigrogriseus		X								NT		X	
Pristimantis peruvianus				X						LC			X
Pristimantis rhodostichus				X						NT			X
Pristimantis rubicundus	X									VU		X	
Enyalioides prestabilis						X				VU	X		
Stenocercus angulifer						X				LC	X		
Chironius fuscus						X				LC	X		
TOTAL	1	2		11	1	4					12	5	2

Claves: CR = En peligro crítico / EN = En Peligro / VU = vulnerable NT = Casi Amenazado
LC = Preocupación menor / DD = Datos insuficientes / NE= No Evaluado (UICN)
I = Apéndice I (Especies en peligro – tráfico prohibido)
II = Apéndice II (No están necesariamente amenazadas, pero podrían estarlo si no se controla su comercio
III = Apéndice III (Especies estables – se necesita cooperación internacional para evitar sobreexplotación).
Estado de Conservación Ecuador: VU= 1, NT= 3 LC= 6.
Endemismo: NEN: No endémica, EE: Endémica para Ecuador, ER: Endemismo regional.

Fuente: Revisión bibliográfica – UICN 2020 – CITES 2020 – Carrillo *et al.*, 2005

Tabla 4. 68: Especies amenazadas y endémicas de Herpetofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Uso del Recurso

Según información de los guías locales, no existe ningún uso por parte de la gente local para con las poblaciones de herpetofauna presentes en la unidad de estudio, por lo que en este aspecto no existe ningún tipo de presión; por tal razón el principal impacto antrópico sería, los cambios en el uso de suelo, que afectan permanentemente a los hábitats de estos vertebrados

Conclusiones

- Pese a los cambios a los que ha estado sometida la unidad de estudio, aún alberga, remanentes de bosque natural, bosques intervenidos y cuerpos de agua importantes para el desarrollo de la herpetofauna y el mantenimiento de sus poblaciones

- Se registraron dos especies amenazadas, dos especies casi amenazadas y cinco especies endémicas, este dato es de gran importancia para el área de estudio, ya que exige un manejo adecuado de los hábitats en que se desarrollan estos anfibios y reptiles.

- En los cuatro sitios de muestreo se registraron especies importantes, sin embargo, se debe destacar la estación 3 (PMH3), ya que en esta área se reportó el cutín rubicundo (Pristimantis rubicundus), es una rana amenazada a nivel nacional y global en la categoría de alto riesgo (En Peligro) y además es endémica para el Ecuador.

4.3.3.4 Entomología

La pérdida de biodiversidad en zonas tropicales, debido a que la destrucción de los ecosistemas modifica las condiciones ambientales, el tamaño poblacional de las especies y el flujo genético de las poblaciones, esto produce cambios en la distribución de las especies, estructura y funcionamiento de las comunidades y la extinción. (Saunders et al., 1991; Meffe & Carroll, 1994). Por esta razón, con el objetivo de monitorear las consecuencias de las actividades humanas en la pérdida de diversidad se estudian los cambios dentro de especies indicadoras como los escarabajos copronecrófagos y mariposas (lepidópteros).

El grupo de los copronecrófagos o conocidos también como escarabajos estercoleros, son considerados como un grupo de insectos útil para describir y monitorear patrones espaciales y temporales de biodiversidad. Las comunidades tropicales de escarabajos copronecrófagos son usualmente diversas, abundantes, especificas al hábitat, responden rápidamente a muchos tipos de cambio ambiental y lo más importante, su composición y abundancia pueden ser rápida y completamente muestreadas de una manera relativamente exacta y de bajo costo (Favila & Halffter, 1997).

La actividad de coleópteros coprófagos contribuye a la dispersión de semillas, reciclaje de nutrientes y al control de posibles vectores de parásitos (Waterhouse, 1974; Estrada & Coates-Estrada, 1991, Cambefort & Hanski, 1991). Por lo tanto, el estudio de estos insectos es de gran importancia ya que proporciona información sobre el estado de los ecosistemas, su productividad y los niveles de contaminación acuática y atmosférica, puesto que interacciones como intercambios genéticos, biomasa y energía transferidas en los ecosistemas, se encuentran directamente relacionadas con las poblaciones de insectos (Brown, 1991).

Las mariposas (lepidópteros) por su parte, transportan el polen de las flores a diversas plantas con lo cual ayudan a la polinización, hacen parte de la cadena trófica de los seres vivos y son indicadores ecológicos de la diversidad y salubridad de los ecosistemas en que habitan ya que son excelentes bioindicadoras del estado de salud de los ecosistemas naturales, más que ningún otro animal, reflejan las condiciones de conservación o de alteración de los ecosistemas debido a la estrecha relación planta-animal. Dos de los cuatro estados de desarrollo por los que atraviesa una mariposa dependen exclusivamente de las plantas: las orugas son netamente herbívoras, mientras que los imagos (la mariposa adulta) se alimentan sobre todo de néctar y de polen

Metodología

La metodología aplicada para el monitoreo de entomofauna es el de un muestreo cuantitativo basado en trampas pitfall (escarabajos) y trampas van someren rydon (lepidópteros).

Para el muestreo cuantitativo de escarabajos copronecrófagos en el área de estudio, se trazó 3 transectos lineales de 200 m de longitud y se procedió con la implantación de 20 trampas pitfall "vivas", en cada transecto se colocaron diez trampas que contenían excremento humano y diez contenían carroña. En cada punto medido se colocó una trampa con heces, separada por 4 metros, se colocó una trampa con carroña.

Las trampas pitfall "vivas" consisten en tarrinas de plástico de 120 mm de diámetro por 140 mm de profundidad las cuales presentan orificios laterales por donde ingresan los escarabajos. Las tarrinas se cubren con una tapa para evitar que se inunden en caso de lluvias. Las trampas son enterradas en el suelo a nivel de los orificios laterales.

La actividad de las trampas fue de 48 horas (Halffter y Favila, 1993; Celi, 2001). Las trampas fueron revisadas cada día. Al completar las 48 horas de trampeo, se realizó la revisión y retiro de las trampas. Finalmente, las especies registradas fueron contabilizadas, identificadas y fotografiadas "in situ" para posteriormente ser liberadas. Cabe recalcar que ningún individuo fue colectado con esta técnica.

De igual manera se utilizó trampas Van Someren-Rydon que consiste en un cilindro de tul con bases circulares y una apertura lateral diseñada para recolectar los especímenes. Sus dimensiones son: base circular con un diámetro de 25 cm x 100 cm de alto en la base inferior de la trampa se coloca un plato o recipiente donde se coloca el atrayente que en este caso fue de fruta madura.

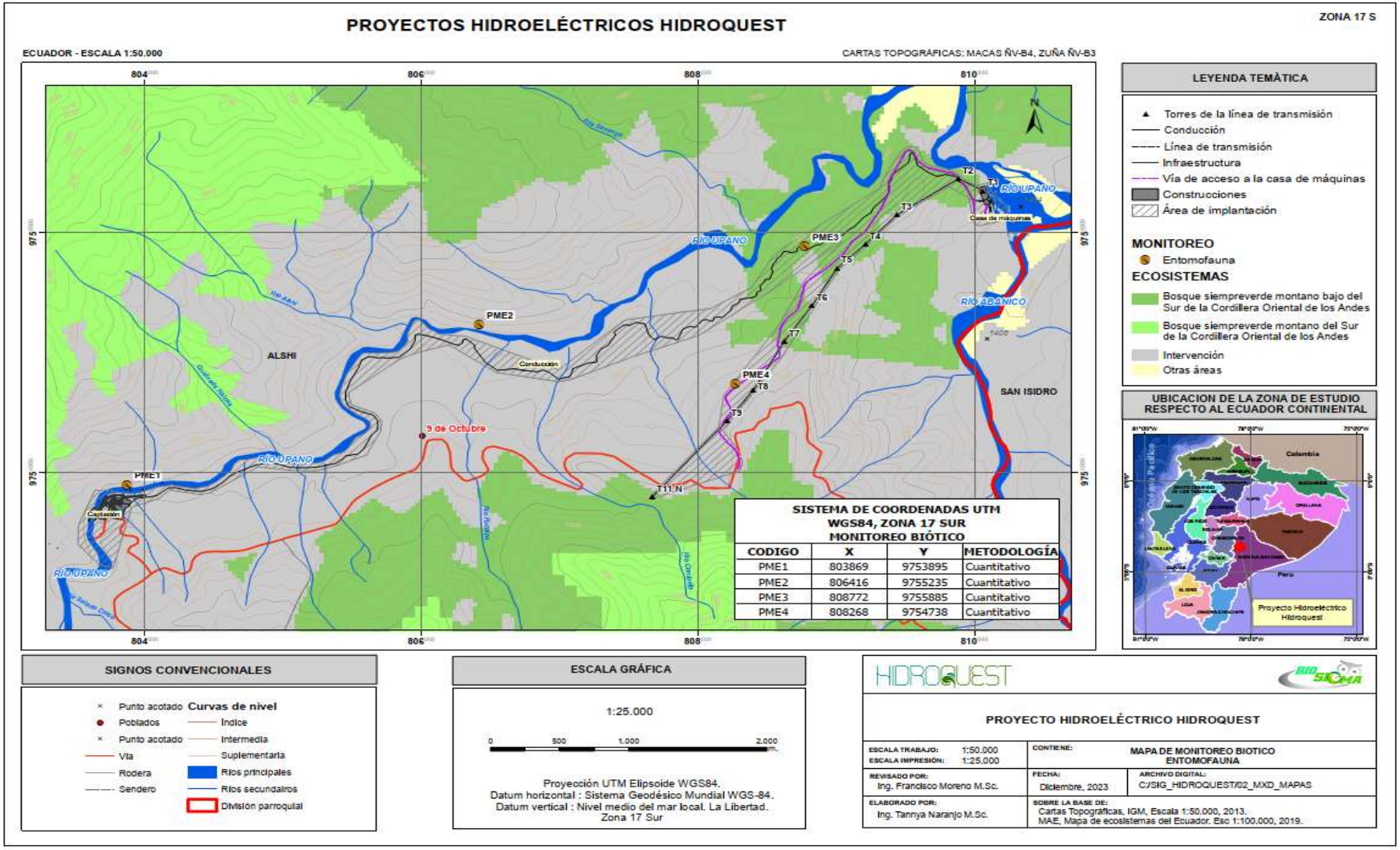
El número de trampas utilizadas para el actual monitoreo fueron de 6 trampas (2 por estación de muestreo) separadas a una distancia mínima de 500 metros, al igual que las trampas de caída pitfall, estas operaron por un periodo de 48 antes de ser recogidas.

Finalmente, las especies registradas fueron contabilizadas, identificadas y fotografiadas "in situ" para posteriormente ser liberadas. Cabe recalcar que ningún individuo fue colectado con esta técnica.

Para la caracterización de la entomofauna, se establecieron 4 puntos de muestreo cuantitativos, en la siguiente tabla se describen dichos puntos.

Punto Muestreo	**Coordenadas**		**Hábitat**	**Metodología**
	X	**Y**		
PME1 (Captación/Interconexión)	803869	9753895	Pastizal y Bosque secundario	Muestreo Cuantitativo: 20 Trampas Vivas Pitfall por estación (10 trampas con carroña y 10 trampas con heces) y 8 trampas Van Someren-Rydon (2 por estación de muestreo)
PME2 (Conducción)	806416	9755235	Pastizal y Bosque natural	
PME3 (Casa de Máquinas)	808772	9755885	Bosque natural Intervenido	
PME4 (Vía de Acceso y Línea de Transmisión)	808268	9754738	Bosque Natural Intervenido	
Simbología: PME. Punto de Muestreo Entomofauna				

Tabla 4. 69: Puntos de muestreo entomofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor



Mapa 4.22: Mapa de puntos de muestreo de Entomofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

La fase de gabinete estuvo elaborada bajo los siguientes conceptos:

- Riqueza de especies: Número total de especies registradas.

- Abundancia absoluta: Número de individuos registrados de una especie.

- Abundancia relativa: Densidad absoluta x 100/Número total de individuos de la muestra.

- Índice de Diversidad de Shannon – Wiener (H´): Este índice refleja igualdad, mientras más uniforme es la distribución de las especies que componen la comunidad mayor es el valor (Roldán 2003). La interpretación de este índice se la hizo en base a lo sugerido por (Magurran, 1989), quien sugiere que los valores menores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 es considerada como diversidad media y los valores iguales o mayores a 3.5 son considerados como una diversidad alta.

- Curva de Acumulación de especies: Es una curva de colecta de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo.

- Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que ésta pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

  Todos los datos fueron analizados en el programa Bio Diversity Pro y Past.

Aspectos ecológicos: En el análisis de los aspectos ecológicos de la comunidad de escarabajos copronecrófagos se tomaron varios ítems como: gremio trófico, hábito alimenticio y especies indicadoras.

Los indicadores biológicos son aquellas especies sensibles a las actividades humanas o aquellas que juegan un papel esencial en sus ecosistemas. A menudo, son seleccionadas para representar a una colección de especies con requerimientos similares (Noss, 1990). Las especies bioindicadoras no necesariamente se encontrarán amenazadas o en peligro de extinción. Para la selección de la especie de interés e indicadoras se la realiza según la información de las características de cada especie.

Grupo funcional: Reconociendo tres clases de gremios de acuerdo con su estado de nidificación y comportamiento: a) los cavadores o paracópridos, b) los rodadores o telecópridos y c) los moradores o endocópridos (Halffter & Edmonds, 1982).

Hábito alimenticio: Son las relaciones con el tipo de alimentación; especialistas a un tipo de alimento y generalistas que prefieren varios tipos de alimentos (Celi & Dávalos, 2001) para la comunidad de escarabajos copronecrófagos.

Sensibilidad de las especies: Las especies sensibles se determinan por su naturaleza escasa, por pertenecer a poblaciones en reducción significativa por causas antrópicas, o por tener distribuciones restringidas (endémicas). Generalmente están incluidas dentro de listas de conservación, tanto nacional como internacional, lo que les brinda un reconocimiento legal por parte de la legislación nacional. Se realiza un análisis de estructura de individuos donde se clasifica las especies en cuatro categorías: raras o sensibles de 1 a 3 individuos, comunes de 4 a 9 individuos, abundantes de 10 a 49 individuos y dominantes o tolerantes de 50 individuos en adelante (Araujo et al., 2005).

Para tomar en consideración a una especie como sensible se utilizó como información principal los criterios presentados por Emmons y Feer (1999), Tirira (1999, 2007, 2011). Y para la categorización se utiliza los parámetros descritos por Stotz et al. (1996), en la cual se utiliza tres niveles: alta, media y baja.

Especies altamente sensibles (A): Son aquellas que se encuentran en bosques en buen estado de conservación, y no pueden soportar alteraciones en su ambiente a causa de actividades antropogénicas. La mayoría, no puede vivir en hábitats alterados, y tienden a desaparecer de las zonas donde habitan cuando se presentan estas perturbaciones, migrando a otros sitios más estables.

Especies medianamente sensibles (M): Son aquellas que a pesar de que pueden encontrarse en áreas de bosque bien conservados, también son registradas en zonas poco alteradas, bordes de bosque, y que, siendo sensibles a las actividades o cambios en su ecosistema, pueden soportar un cierto grado de afectación dentro de su hábitat, como, por ejemplo, tala selectiva del bosque; se mantienen en el hábitat con un cierto límite de tolerancia.

Especies de baja sensibilidad (B): Son aquellas especies colonizadoras que sí pueden soportar cambios y alteraciones en su ambiente y que se han adaptado a las actividades antropogénicas.

Estado de la conservación: Agrupa a las especies que se encuentran bajo alguna categoría de amenaza dentro de los análisis de la UICN adoptado de los signatarios de la convención sobre diversidad biológica y CITES.

ESCARABAJOS COPONECRÓFAGOS

Riqueza total

Se identificó un total de 378 individuos, distribuidos en 19 especies y 3 familias en este último resalta la familia Scarabaeidae como el más representativo con 17 especies. En la siguiente tabla se detalla la composición y estructura de la entomofauna registrada:

Familia	Género	Especie	PME1	PME2	PME3	PME4	Total
Scarabaeidae	Eurysternus	*Eurysternus hypocrita*	12	9	1	1	23
Scarabaeidae	Canthon	*Canthon aequinoctialis*	5	1	6		12
Scarabaeidae	Eurysternus	*Eurysternus foedus*	6	9		3	18
Scarabaeidae	Canthon	*Canthon luteicollis*	9		2		11
Scarabaeidae	Deltochilum	*Deltochilum crenulipes*	11	3	9		23
Scarabaeidae	Coprophaenus	*Coprophaenus telamon*	5	8		5	18
Scarabaeidae	Dichotomius	*Dichotomius batesi*		9	12		21
Scarabaeidae	Uroxys	*Uroxys gorgon*	3		3		6
Scarabaeidae	Dichotomius	*Dichotomius boreus*		5		7	12
Scarabaeidae	Onthophagus	*Onthophagus acuminatus*	23	2	6	12	43
Scarabaeidae	Deltochilum	*Deltochilum carinatum*		11		2	13
Scarabaeidae	Onthophagus	*Onthophagus haematopus*	8		9		17
Scarabaeidae	Oxysternon	*Oxysternon silenus*		21	1	11	33
Scarabaeidae	Deltochilum	*Deltochilum gibbosum*		13		15	28
Scarabaeidae	Sylvicanthon	*Sylvicanthon bridarolli*	21	10	2	2	35
Scarabaeidae	Canthon	*Canthidium centrale*	3		2		5
Scarabaeidae	Canthon	*Canthon subhyalinus*	12	11	3	11	37
Silphidae	Oxelytrum	*Oxelytrum discicolle*	6	2		1	9
Anisolabididae	Euborellia	*Euborellia moesta*	7	1	5	1	14
Total			131	115	61	71	378
Simbología: PME. Punto de Muestreo Entomofauna							

Tabla 4. 70: Entomofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

En lo que respecta a la riqueza y abundancia obtenida, la riqueza está representada por el punto de muestreo PME2 (Conducción) con 15 especies; seguida por el PME1 (Captación/Tanque de carga) y PME3 (Casa de Máquinas) con 14 y 13 especies respectivamente, al final se encuentra PME4 (Vía de Acceso y Línea de Transmisión) con 12 especies.

Por su parte la abundancia está representada por PME1 (Captación/Tanque de carga) con 131 individuos, seguida por PME2 (Conducción) con 115 individuos, a continuación, se encuentra PME4 (Vía de Acceso y Línea de Transmisión) con 71 indiviudos, mientras que PME3 (Casa de Máquinas) solo registró 61 individuos. El siguiente gráfico representa lo anteriormente mencionado.

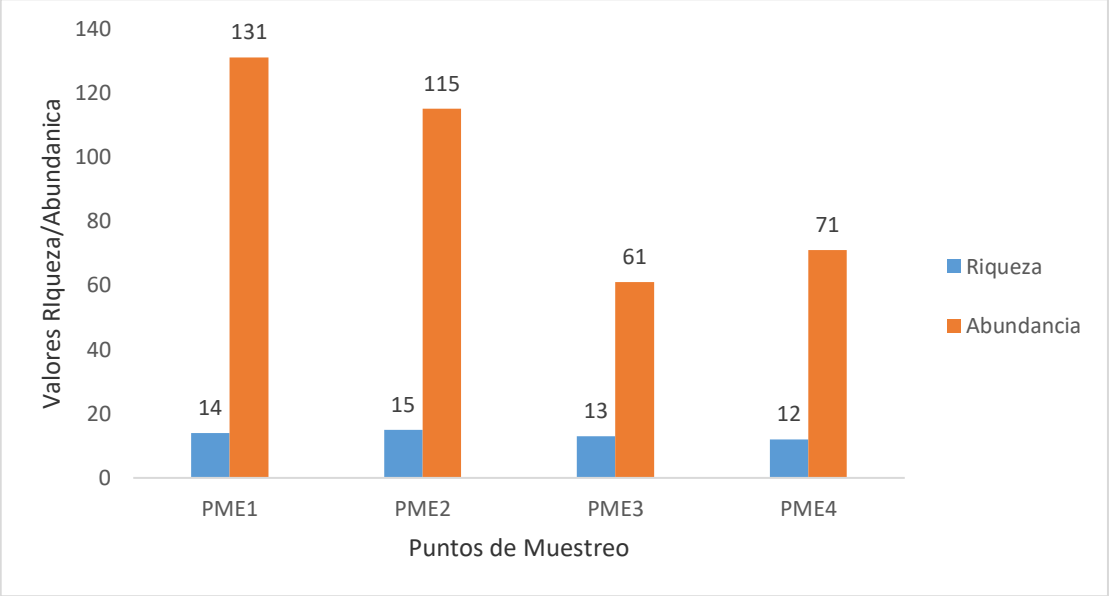


Figura 4. 74: Riqueza y abundancia de entomofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

A su vez, el análisis de la curva dominancia – diversidad, determinó que la especie con mayor frecuencia es *Onthophagus acuminatus* con 43 individuos (Pi=0,11), seguida por *Canthon subhyalinus, Sylvicanthon bridarolli* y *Oxysternon silenus* con 37, 35 y 33 individuos respectivamente (Pi=0,10, 0,09 y 0,09); mientras que el resto de las especies presentaron entre 5 y 28 indiviudos, lo que quiere decir que a partir de Pi=0,09 hubo un descenso como lo indica el siguiente gráfico.

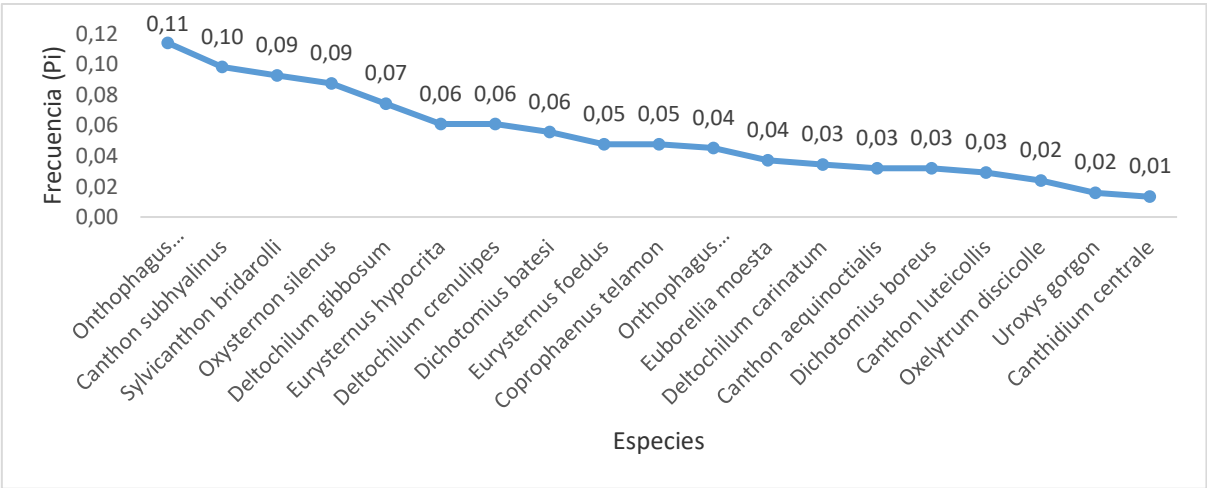


Figura 4. 75: Curva dominancia y diversidad de entomofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Abundancia Relativa

En cuanto a la abundancia relativa, en base a las especies e individuos registrados se determinó como abundantes 16 especies (84%) y 3 especies comunes (16%). De acuerdo con los datos obtenidos, la mayoría de las especies se ubican en la categoría abundante, lo cual se puede relacionar a especies que se adaptan a los

cambios en los ecosistemas por actividades o fenómenos naturales como la lluvia, deslaves, caudales altos, etc.

Género	Especie	Abundancia Relativa
Eurysternus	*Eurysternus hypocrita*	Abundante
Canthon	*Canthon aequinoctialis*	Abundante
Eurysternus	*Eurysternus foedus*	Abundante
Canthon	*Canthon luteicollis*	Abundante
Deltochilum	*Deltochilum crenulipes*	Abundante
Coprophaenus	*Coprophaenus telamón*	Abundante
Dichotomius	*Dichotomius batesi*	Abundante
Uroxys	*Uroxys gorgon*	Común
Dichotomius	*Dichotomius boreus*	Abundante
Onthophagus	*Onthophagus acuminatus*	Abundante
Deltochilum	*Deltochilum carinatum*	Abundante
Onthophagus	*Onthophagus haematopus*	Abundante
Oxysternon	*Oxysternon silenus*	Abundante
Deltochilum	*Deltochilum gibbosum*	Abundante
Sylvicanthon	*Sylvicanthon bridarolli*	Abundante
Canthon	*Canthidium centrale*	Común
Canthon	*Canthon subhyalinus*	Abundante
Oxelytrum	*Oxelytrum discicolle*	Común
Euborellia	*Euborellia moesta*	Abundante

Tabla 4. 71: Abundancia relativa de la entomofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Diversidad

El índice de diversidad de Shannon-Wiener aplicado al área de estudio determinó que todos los puntos de muestreo poseen una diversidad media, con un ambiente moderadamente alterado, lo que demuestra que los ecosistemas muestreados registran condiciones óptimas y buenos estados de conservación, que a su vez contribuye al desarrollo de la comunidad de insectos, como lo indica la siguiente tabla.

Punto Muestreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Shannon-Wiener (H')	Interpretación
PME1	14	131	2,46	Mediana diversidad
PME2	15	115	2,45	Mediana diversidad
PME3	13	61	2,31	Mediana diversidad
PME4	12	71	2,13	Mediana diversidad
Simbología: PME. Punto de Muestreo Entomofauna				

Tabla 4. 72: Análisis de diversidad de la entomofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índice Chao-1 y Curva de acumulación de especies

El estimador no paramétrico Chao 1, calculó para el área de monitoreo 19,4 especies, valor mayor al registrado en los puntos de muestreo analizados. En los puntos de muestreo se determinó que la curva de acumulación de especies de entomofauna, todavía está creciendo y dista de alcanzar la asíntota, esto es normal en ecosistemas terrestres diversos (Magurran, 1988).

Al comparar la curva de acumulación de especies observadas, con la curva de especies estimadas por el índice Chao 1, se colectó el 97% de la riqueza local de entomofauna coprófaga, con el esfuerzo de muestreo realizado con las trampas pitfall.

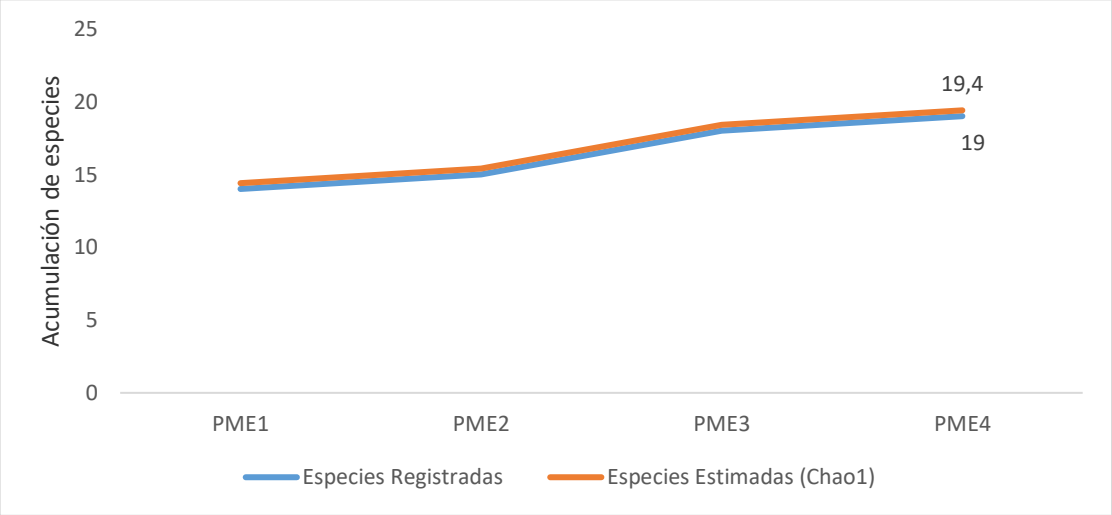


Figura 4. 76: Curva acumulación de especies de entomofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Análisis por Punto de Muestreo

A continuación, se presenta un análisis de cada uno de los puntos de muestreo.

- **PME1 Captación/Tanque de carga**

Se registró un total de 131 individuos, distribuidos en 14 especies; las especies más dominante son *Onthophagus acuminatus* y *Sylvicanthon bridarolli* con 23 y 21 individuos (Pi=0,18 y 0,16).

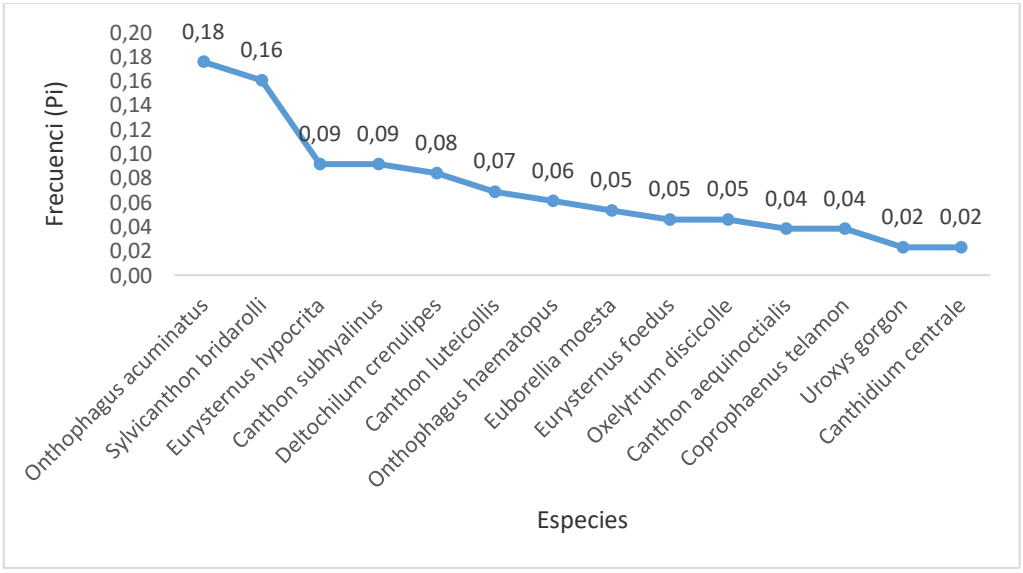


Figura 4. 77: Curva dominancia y diversidad de entomofauna PME1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PME2 Conducción**

Se registró un total de 115 individuos, distribuidos en 15 especies; la especie más dominante es *Oxysternon silenus* con 21 individuos (Pi=0,18).

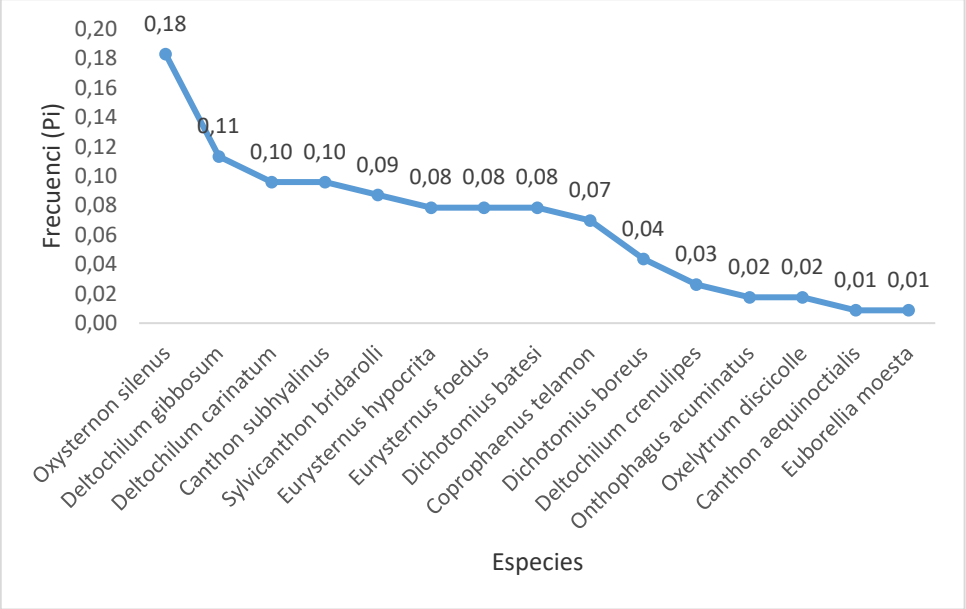


Figura 4. 78: Curva dominancia y diversidad de entomofauna PME2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PME3 Casa de Máquinas**

Se registró un total de 61 individuos, distribuidos en 13 especies; la especies más dominante es *Dichotomius batesi* con 12 individuos (Pi=0,20).

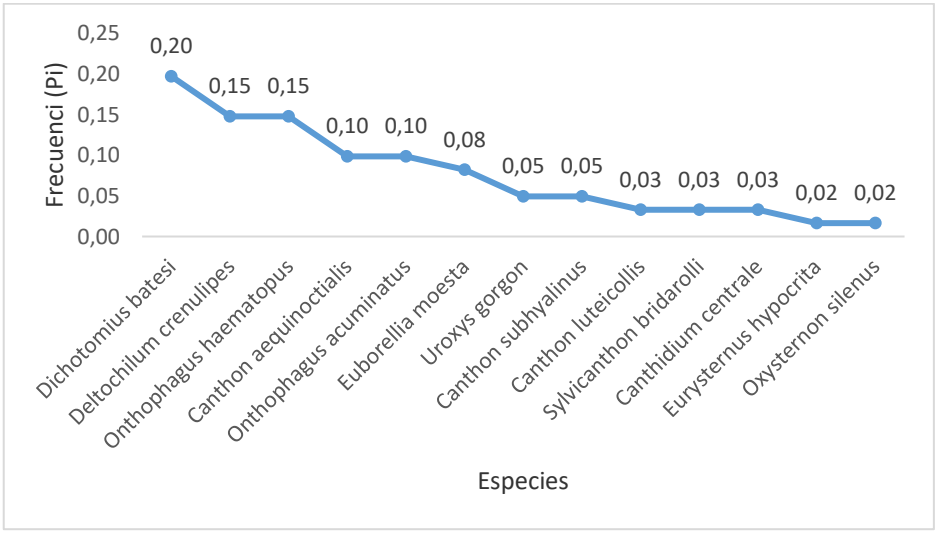


Figura 4. 79: Curva dominancia y diversidad de entomofauna PME3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PME4 Vía de Acceso y Línea de Transmisión**

Se registró un total de 71 individuos, distribuidos en 12 especies; la especies más dominante es *Deltochilum gibbosum* con 15 individuos (Pi=0,21).

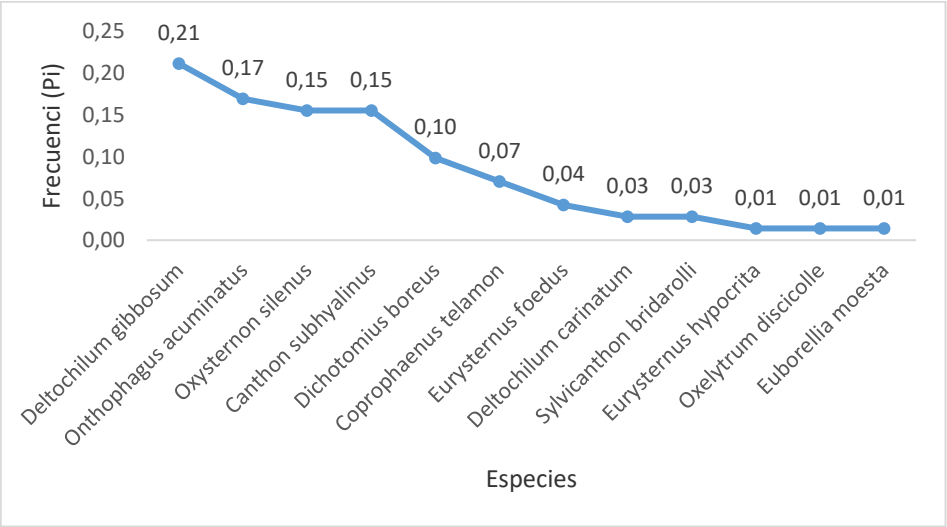


Figura 4. 80: Curva dominancia y diversidad de entomofauna PME4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Aspectos Ecológicos

Los escarabajos generan importantes beneficios en la mantención del equilibrio ecosistémico promoviendo una serie de consecuencias a nivel ecológico, dadas principalmente por la relación que tienen con las fecas (heces) de mamíferos (Nichols et al., 2008). Los escarabajos descomponen heces de mamíferos para alimentarse y/o usarlas como nidos para colocar sus huevos y permitir el desarrollo de sus larvas.

Otros efectos producidos por los escarabajos son la promoción del reciclaje de nutrientes, bioturbación del suelo, promoción del crecimiento vegetal, dispersión secundaria de semillas, supresión de parásitos, control de moscas, polinización y regulación trófica (Nichols et al., 2008; Larsen et al., 2009). Estos efectos son generados a través de 3 estrategias diferentes, las cuales se relacionan principalmente a la forma que tienen de anidar (Halffter & Edmonds, 1982

Grupo Funcional

Estos se agrupan en paracópridos (cavadores), telecópridos (rodadores) y endocópridos (habitantes o habitadores).

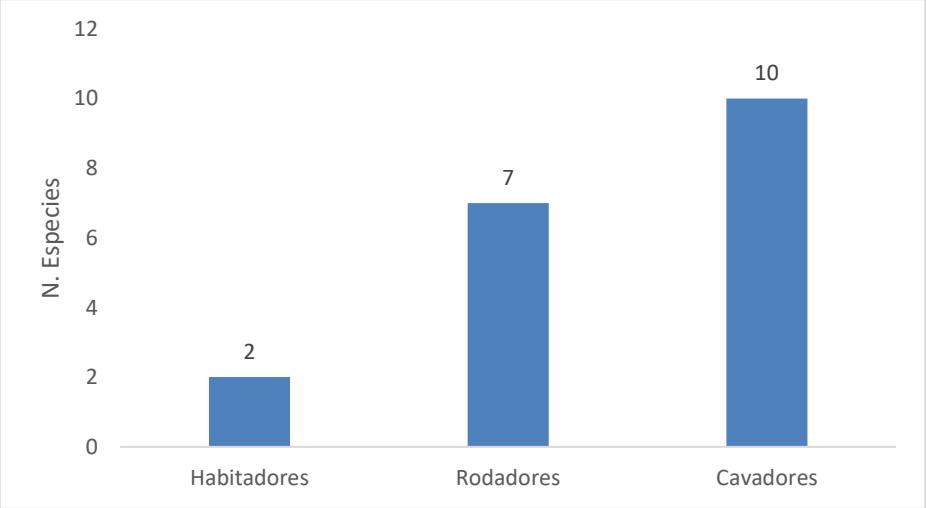


Figura 4. 81: Grupo funcional de entomofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Como se aprecia en la gráfica el grupo cavadores domina, estos brindan una serie de servicios ambientales al elaborar sus galerías: remueven el suelo, ya que lo sacan a la superficie, lo que permite la aireación e intercambio de gases en el suelo además de la infiltración de agua, al introducir los desechos de los animales al suelo, evitan por un lado la liberación de gases efecto invernadero pero también evitan la proliferación de otros animales que son perjudiciales como son las moscas y los gusanos parásitos, ya que al manipular el estiércol con sus patas, destruyen los huevecillos (Nichols et al., 2008).

Nicho Trófico

Los escarabajos especialistas al excremento de animales dominan sobre los demás nichos tróficos. El tipo de alimentación utilizado por este grupo de escarabajos estaría proporcionado principalmente por animales carnívoros y omnívoros existentes en la unidad de estudio. Por lo cual dominan las especies especialistas en excremento de animales con el 78% (13 especies) del total de especies registradas.

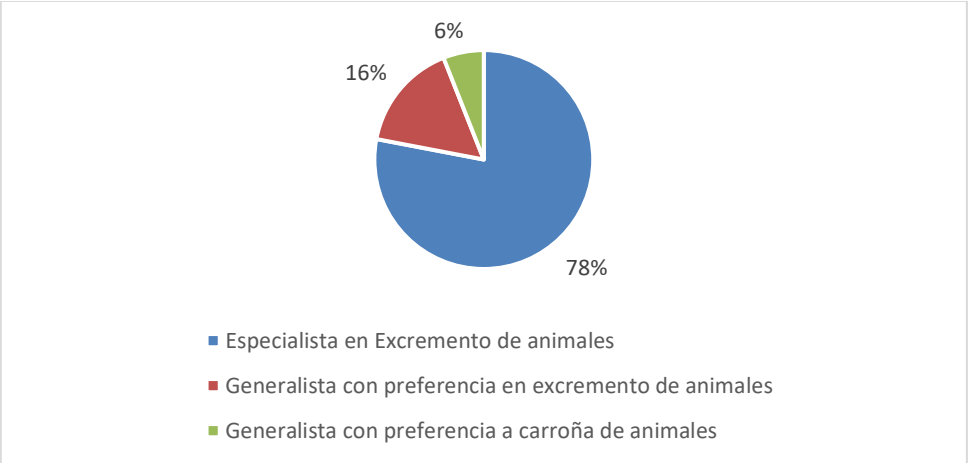


Figura 4. 82: Nicho trófico de la entomofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Sensibilidad

La alta sensibilidad de los escarabajos coprófagos a ligeros cambios ambientales se atribuye a su baja capacidad de dispersión, a la necesidad de grandes extensiones de bosque, a una especialización en el recurso alimenticio y a la asociación a determinados tipos de suelos. Todos estos factores hacen de este grupo un gremio muy selectivo y específico (Davis et al., 2001; Spector & Ayzama, 2003). Las especies abundantes se consideran poco sensibles porque toleran bien la contaminación o alteración de su hábitat, adaptándose a ambientes completamente perturbados por actividades antropogénicas. En la siguiente tabla se presenta la sensibilidad de las especies registradas.

Especies	Sensibilidad		
	Alta	Media	Baja
Eurysternus hypocrita			X
Canthon aequinoctialis			X
Eurysternus foedus			X
Canthon luteicollis			X
Deltochilum crenulipes			X
Coprophaenus telamón			X
Dichotomius batesi			X
Uroxys gorgon			X
Dichotomius boreus			X
Onthophagus acuminatus		X	
Deltochilum carinatum		X	
Onthophagus haematopus		X	
Oxysternon silenus		X	
Deltochilum gibbosum		X	
Sylvicanthon bridarolli		X	
Oxelytrum discicolle		X	
Euborellia moesta		X	
Canthidium centrale	X		
Canthon subhyalinus	X		

Tabla 4. 73: Sensibilidad de la entomofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Estado de Conservación

Para el grupo de invertebrados de la familia Scarabaeidae, ninguna de las especies registradas en la unidad de estudio se encuentra categorizada como amenazada dentro de los listados de la UICN (UICN, 2020) o de CITES (2020). Sin embargo, las especies: *Deltochilum carinatum, Sylvicanthon bridarolli, Canthon subhyalinus* se encuentran catalogadas como preocupación menor.

Las especies recolectadas se tratan de individuos comunes de la zona de estudio según la información observada en el libro "Escarabajos del Ecuador" (Carvajal, Villamarín y Ortega 2011).

MARIPOSAS (LEPIDÓPTEROS)

Riqueza total

Se identificó un total de 36 individuos, distribuidos en 14 especies y 3 familias en este último resalta la familia Nymphalidae como el más representativo con 12 especies. En la siguiente tabla se detalla la composición y estructura de la entomofauna (lepidópteros) registrada:

Familia	Género	Especie	PME1	PME2	PME3	PME4	Total
Nymphalidae	Caligo	*Caligo sp*	1		1		2
Nymphalidae	Heliconius	*Heliconius sp*	3	1	1		5
Nymphalidae	Heliconius	*Heliconius sp2*	1	2	1	1	5
Nymphalidae	Marpesia	*Marpesia crethon*		1	1		2
Nymphalidae	Mechanitis	*Mechanitis sp*	2		1		3
Nymphalidae	Mechanitis	*Mechanitis sp2*	1	3			4
Nymphalidae	Morpho	*Morpho sp*		1		1	2
Nymphalidae	Morpho	*Morpho sp2*	2				2
Nymphalidae	Philaethria	*Philaetria dido*		1			1
Nymphalidae	Siproeta	*Siproeta epaphus*	2	1	1	1	5
Sphingidae	Acherontia	*Acherontia sp*	1				1
Erebidae	Zanclognatha	*Zanclognatha sp.*				1	1
Nymphalidae	Pedaliodes	*Pedaliodes sp*				1	1
Nymphalidae	Cissia	*Cissia sp*				2	2
Total			13	11	5	7	36
Simbología: PME. Punto de Muestreo Entomofauna							

Tabla 4. 74: Lepidópteros registrados
Fuente y elaboración: Equipo consultor

En lo que respecta a la riqueza y abundancia obtenida, la riqueza está representada por el punto de muestreo PME1 (Captación/Tanque de carga) con 8 especies; seguida por el PME2 (Conducción) y PME4 (Vía de Acceso y Línea de Transmisión) con 7 y 6 especies respectivamente, mientras que PME3(Casa de Máquinas) presenta 5 especies.

Por su parte la abundancia está representada por PME1 (Captación/Tanque de carga) con 13 individuos, seguida por PME2 (Conducción) y PME4 (Vía de Acceso y Línea de Transmisión) con 11 y 7 individuos respectivamente, mientras que PME3 (Casa de Máquinas) solo registró 5 indiviudos. El siguiente gráfico representa lo anteriormente mencionado.

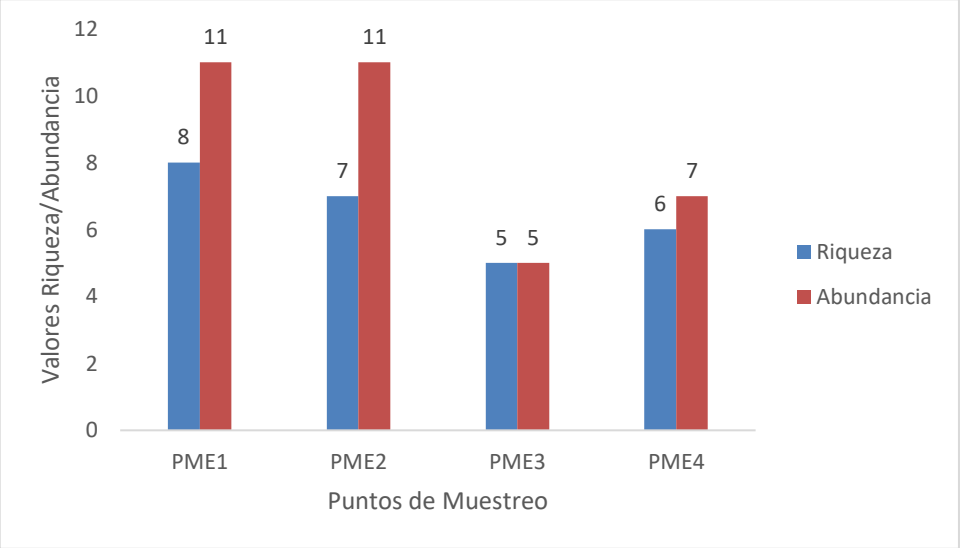


Figura 4. 83: Riqueza y abundancia de lepidópteros
Fuente y elaboración: Equipo consultor

A su vez, el análisis de la curva dominancia – diversidad, determinó que la especie con mayor frecuencia son *Heliconius sp.*, *Heliconius sp2.* y *Siproeta epaphus* con 5 individuos cada una (Pi=0,14 c/u); mientras que el resto de especies presentaron entre 1 y 4 indiviudos, lo que quiere decir que a partir de Pi=0,14 hubo un descenso como lo indica el siguiente gráfico.

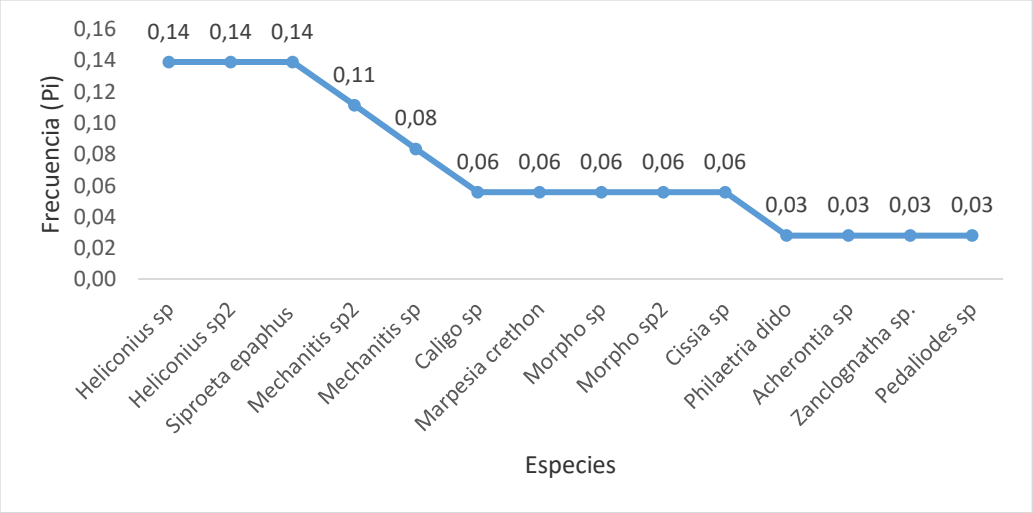


Figura 4. 84: Curva de dominancia-diversidad de lepidópteros
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Abundancia Relativa

En el área de estudio se registró la siguiente abundancia relativa, en base a las especies e individuos registrados. Raras se registraron 10 especies (71%) y 4 especies comunes (29%). De acuerdo con los datos obtenidos, la mayoría de las especies se ubican en la categoría rara, lo cual se puede relacionar al buen estado de conservación del ecosistema muestreado.

Género	Especie	Abundancia Relativa
Caligo	*Caligo sp*	Raro
Heliconius	*Heliconius sp*	Común
Heliconius	*Heliconius sp2*	Común
Marpesia	*Marpesia crethon*	Raro
Mechanitis	*Mechanitis sp*	Raro
Mechanitis	*Mechanitis sp2*	Común
Morpho	*Morpho sp*	Raro
Morpho	*Morpho sp2*	Raro
Philaethria	*Philaetria dido*	Raro
Siproeta	*Siproeta epaphus*	Común
Acherontia	*Acherontia sp*	Raro
Zanclognatha	*Zanclognatha sp.*	Raro
Pedaliodes	*Pedaliodes sp*	Raro
Cissia	*Cissia sp*	Raro

Tabla 4. 75: Abundancia relativa lepidópteros
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Diversidad

El índice de diversidad de Shannon-Wiener aplicado al área de estudio determinó que todos los puntos de muestreo poseen una diversidad media, con un ambiente moderadamente alterado, lo que demuestra que los ecosistemas muestreados registran condiciones óptimas y buenos estados de conservación, lo que contribuye al desarrollo de la comunidad de insectos (lepidópteros), como lo indica la siguiente tabla.

Punto Muestreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Shannon-Wiener (H')	Interpretación
PME1	8	13	1,99	Mediana diversidad
PME2	7	11	1,84	Mediana diversidad
PME3	5	5	1,89	Mediana diversidad
PME4	06	7	1,74	Mediana diversidad
Simbología: PME. Punto de Muestreo Entomofauna				

Tabla 4. 76: Análisis de diversidad Lepidópteros
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índice Chao-1 y Curva de acumulación de especies

El estimador no paramétrico Chao 1, calculó para el área de monitoreo 15 especies, valor mayor al registrado en los puntos de muestreo analizados. En los puntos de muestreo se determinó que la curva de acumulación de especies de entomofauna, todavía está creciendo y dista de alcanzar la asíntota, esto es normal en ecosistemas terrestres diversos (Magurran, 1988).

Al comparar la curva de acumulación de especies observadas, con la curva de especies estimadas por el Chao 1, se colectó el 93% de la riqueza local de entomofauna lepidóptera, con el esfuerzo de muestreo realizado con las trampas Van Someren-Rydon.

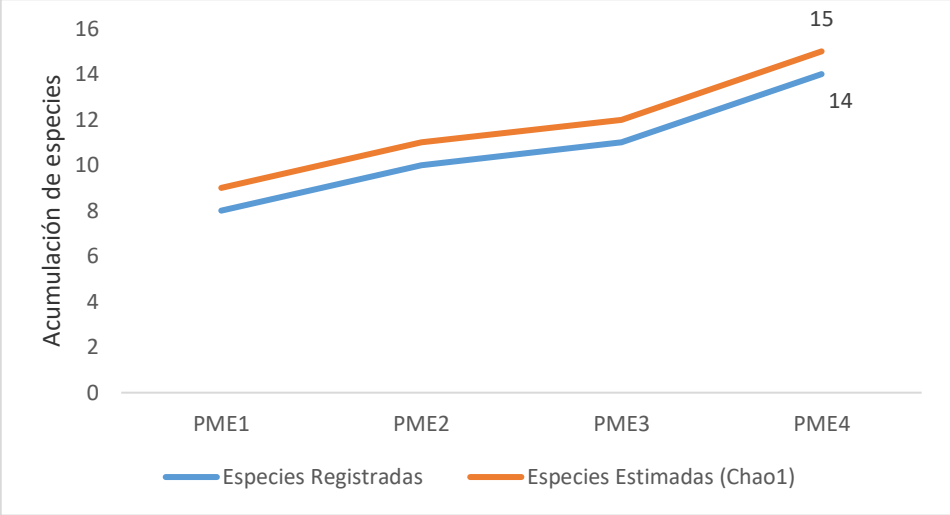


Figura 4. 85: Curva de acumulación de especies de lepidópteros
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Análisis por Punto de Muestreo

A continuación, se presenta un análisis de cada uno de los puntos de muestreo.

- **PME1 Captación/Tanque de descarga**

Se registró un total de 13 individuos, distribuidos en 8 especies; las especies más dominante es *Heliconius sp* con 3 individuos (Pi=0,23).

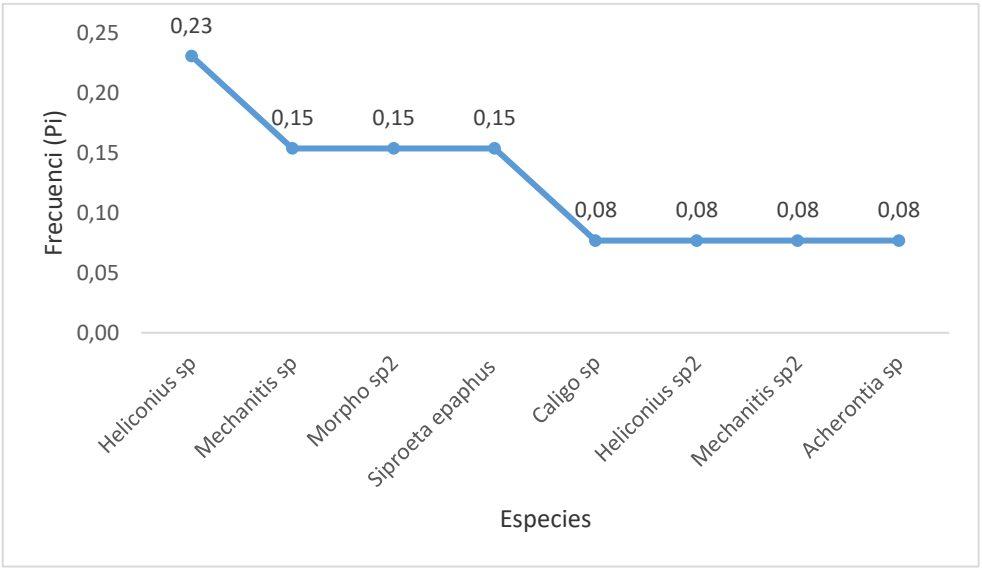


Figura 4. 86: Curva dominancia-diversidad de lepidópteros PME1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PME2 Conducción**

Se registró un total de 11 individuos, distribuidos en 7 especies; la especie más dominante es *Mechanitis sp2* con 3 individuos (Pi=0,27).

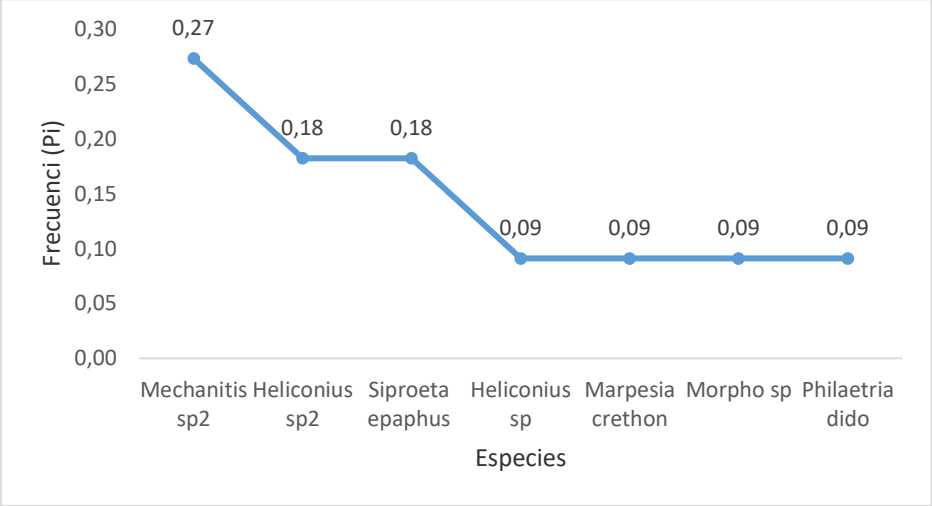


Figura 4. 87: Curva de dominancia-diversidad de lepidópteros PME2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PME3 Casa de Máquinas**

Se registró un total de 5 individuos, distribuidos en 5 especies; todas registraron un total de 1 individuo para cada especie.

Familia	Genero	Especie	PME3
Nymphalidae	Caligo	*Caligo sp*	1
Nymphalidae	Heliconius	*Heliconius sp*	1
Nymphalidae	Heliconius	*Heliconius sp2*	1
Nymphalidae	Marpesia	*Marpesia crethon*	1
Nymphalidae	Mechanitis	*Mechanitis sp*	1

Tabla 4. 77: Lepidópteros registrados en PME3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PME4 Vía de Acceso y Línea de Transmisión**

Se registró un total de 7 individuos, distribuidos en 6 especies; la especie más dominante es *Cissia sp* con 2 individuos (Pi=0,29).

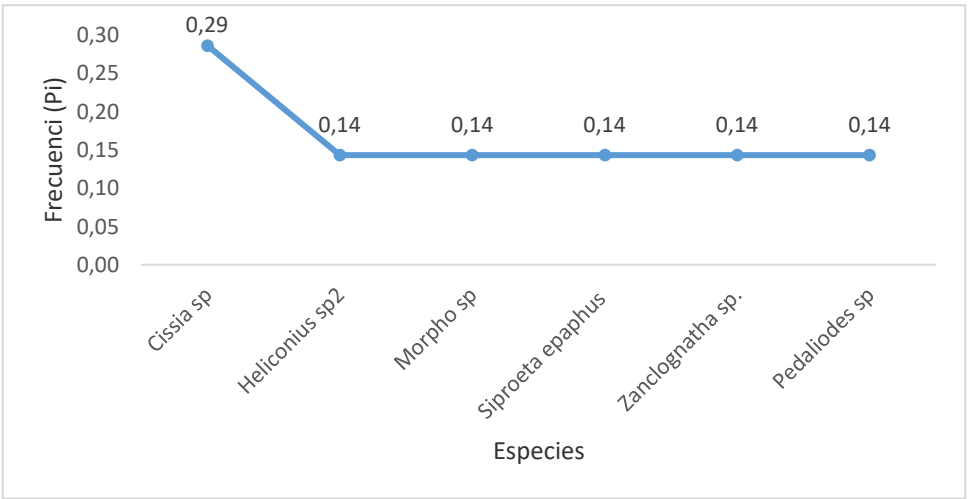


Figura 4. 88: Curva de dominancia-diversidad de lepidópteros PME4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Aspectos Ecológicos

Las mariposas son el tercer orden, tras los coleópteros y los himenópteros, con mayor cantidad de especies de toda la Biodiversidad. Representan cerca de dos tercios de todas las especies y son indicadores de la calidad medioambiental y de la salud de los ecosistemas (ZERYNTHIA, 2010).

Son un elemento muy importante en las cadenas tróficas y resultan fundamentales para muchas especies de aves, murciélagos y mamíferos insectívoros. Las zonas ricas en mariposas, son ricas también en otros invertebrados. Colectivamente proporcionan muchos beneficios medioambientales, incluyendo la polinización y el control natural de plagas. Muchas plantas, predadores y parásitos dependen estrictamente de especies o grupos concretos de mariposas. Los científicos utilizan las mariposas como organismos modelo para estudiar el impacto de la pérdida o fragmentación del hábitat, así como el cambio climático actual (ZERYNTHIA, 2010).

Sensibilidad

Las mariposas son sensibles ante cualquier cambio en el ecosistema, ya que son muy sedentarias y en muchos casos, sus orugas dependen de una sola especie de planta para alimentarse, así que cualquier alteración del medio enseguida repercute sobre ellas (Stefanescu, 2015).

Una alteración como el cambio de los usos del suelo o el aumento de las temperaturas derivadas del cambio climático, pues las mariposas son ectotermas, necesitan el sol para regular su temperatura y se ven muy afectadas por los cambios térmicos.

Para el área de estudio se registraron las siguientes especies con su respectiva sensibilidad.

Especies	Sensibilidad		
	Alta	Media	Baja
Caligo sp	X		
Heliconius sp	X		
Heliconius sp2	X		
Marpesia crethon	X		
Mechanitis sp	X		
Mechanitis sp2	X		
Morpho sp	X		
Morpho sp2	X		
Philaetria dido	X		
Siproeta epaphus	X		
Acherontia sp	X		
Zanclognatha sp.	X		
Pedaliodes sp	X		
Cissia sp	X		

Tabla 4. 78: Sensibilidad Lepidópteros
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Estado de Conservación

Para el grupo de invertebrados los lepidópteros, ninguna de las especies registradas en la unidad de estudio se encuentra categorizada como amenazada dentro de los listados de la UICN (UICN, 2020) o de CITES (2020).

Conclusiones

- Se colectaron 378 individuos agrupados en 3 familias y 19 especies de escarabajos copronecrófagos, la familia Scarabaeidae como el más representativo con 17 especies.

- Las comunidades de escarabajos copronecrófagos registraron mayormente estructuras heterogéneas, medianamente diversas y dominadas por una o dos especies.

- En lepidópteros se registraron un total de 36 individuos, distribuidos en 14 especies y 3 familias en este último resalta la familia Nymphalidae como el más representativo con 12 especies.

- Todos los puntos de monitoreo obtuvieron Diversidad Media, según los valores obtenidos con el Índice de Shannon-Wiener tanto para los escarabajos, como para las mariposas.

- Con el esfuerzo de muestreo realizado, se colectó el 97% de la verdadera riqueza local de escarabajos copronecrófagos y el 93% de mariposas usando la colección con trampas pitfall para el primer caso y trampas Van Someren-Rydon para el segundo, como metodología de muestreo.

- En los escarabajos copronecrófagos, el grupo cavadores domina, estos brindan una serie de servicios ambientales al elaborar sus galerías: remueven el suelo, ya que lo sacan a la superficie, lo que permite la aireación e intercambio de gases en el suelo además de la infiltración de agua, al introducir los desechos de los animales al suelo, evitan por un lado la liberación de gases efecto invernadero pero también evitan la proliferación de otros animales que son perjudiciales como son las moscas y los gusanos parásitos, ya que al manipular el estiércol con sus patas, destruyen los huevecillos (Nichols et al., 2008).

- Por su parte las mariposas se caracterizan por ser consideradas como especies sensibles debido a son muy sedentarias y en muchos casos, sus orugas dependen de una sola especie de planta para alimentarse, así que cualquier alteración del medio enseguida repercute sobre ellas.

- En síntesis, se puede observar un ecosistema con cierto grado de alteración, pero en buenas condiciones, proporcionando las condiciones necesarias para que las diferentes especies de insectos puedan formarse, lo que se demuestra en la variedad y cantidad de especies registradas en el actual monitoreo.

4.3.3.5 Ictiofauna

La complejidad ambiental y espacial de los sistemas dulceacuícolas del Neotrópico, dificulta el establecimiento de un único método de captura estandarizado que permita determinar un inventario real del área a muestrear (Galvis, y otros, 2006) (Maldonado-Ocampo y otros, 2005). En el Ecuador, tradicionalmente los inventarios ictiológicos se han realizado utilizando diferentes metodologías basadas principalmente en el uso de redes pasivas y activas, con el fin de colectar la riqueza máxima de especies (Barriga R., 1983); (Barriga R., 1994).

Metodología

Los peces fueron colectados utilizando las técnicas de pesca descritas a continuación:

Red de Arrastre: Con dimensiones de 4 m de largo, 1,80 m de ancho y un tamaño de malla de 0,5 cm; para su empleo se necesita de dos personas, una que tome la red de un extremo y se quede fijo dentro del agua y cerca de la orilla, mientras que la otra persona ingresa al agua con el otro extremo de la red girándola alrededor del compañero, la cual, al alcanzar la orilla y altura de su compañero, deben salir juntos del agua cuidando de no levantar los plomos del suelo (Barriga R., 1983). Este proceso se realizó con una frecuencia de 10 veces por punto de muestreo, abarcando un área de 100 m. La utilización de este arte de pesca no se ha modificado desde la fecha de su publicación, debido a la efectividad de su empleo al permitir colectar especies de distintos nichos ecológicos, ya que su manejo abarca toda la columna de agua (Galvis, y otros, 2006).

Atarraya: De 2 m de radio y 0,1 m y 0,2 m de malla, su empleo está limitado a ríos libres de troncos o que presenten algún tipo de materia vegetal en descomposición, que intervenga en el correcto empleo de esta red. Su técnica de lanzamiento consiste en mantener sujeta la parte superior de la red amarrada a la muñeca, mientras que parte del margen se toma con la boca y otra parte se sostiene sobre el hombro, lanzándola de modo que adquiere la forma de un disco que cubre al pez (Barriga R., 1983). Este proceso se realizó con una frecuencia de 10 veces cada 10 m abarcando un área de 100 m por punto de muestreo; sin embargo, su rango de empleo puede aumentar en relación a la morfología del cuerpo de agua en cuestión, con el objetivo de cubrir la mayor cantidad posible de hábitats. Su utilización no se ha modificado desde la fecha de su publicación ya que permite obtener datos de sistemas hídricos de flujo rápido, moderado, lento o laminar (Galvis, y otros, 2006).

Caña de pescar con anzuelos: Esta técnica está dirigida a la captura de especies mayores o pequeñas de hábitos omnívoros y piscívoros, que normalmente habitan áreas de corrientes fuertes a medias y aguas profundas.

Red manual: Su uso se limita a zonas cerca de la vegetación de ribera, bajo piedras u hojarasca en riachuelos pequeños. Sujetando del madero medio, y con una leve inclinación, se sumerge debajo del agua, con una frecuencia basada en el

criterio del técnico (Barriga R., 1983). El empleo de esta red no se ha modificado desde la fecha de su publicación ya que permite evaluar cuerpos de agua de difícil acceso o con características morfológicas que no permitan la utilización de otro tipo de arte de pesca (Tufiño P. y Ramiro-Barrantes A., 2013).

Los especímenes capturados fueron registrados fotográficamente y devueltos a su hábitat. En ningún punto se colectó individuos ya que estos fueron identificados in situ mediante la utilización de bibliografía referente a otros estudios y monitoreos en sectores aledaños, así como también literatura especializada para la ictiofauna de esta zona Ictiohidrográfica.

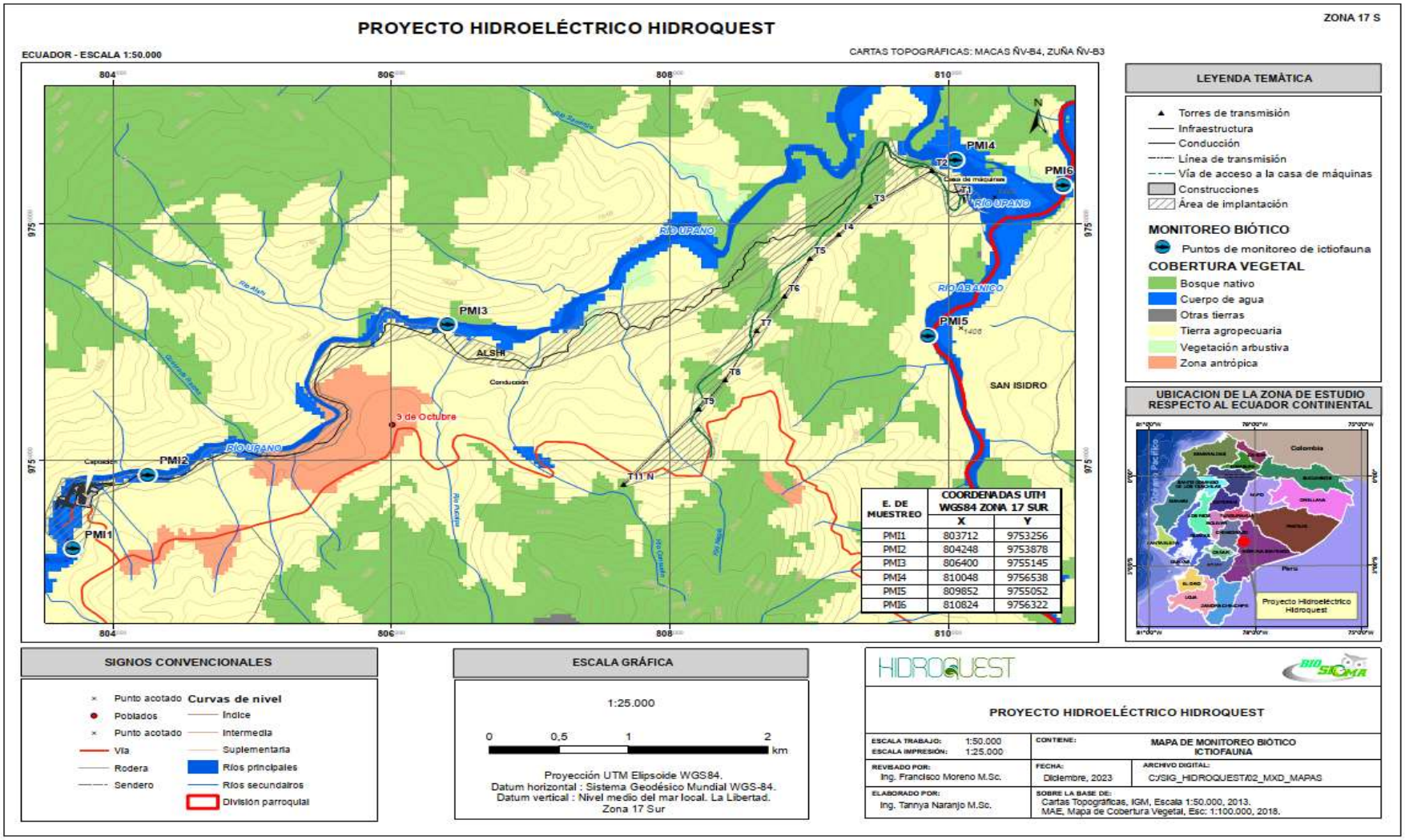
Para la identificación de la ictiofauna registrada se utilizaron claves taxonómicas (Barriga R., 1994), listado de especies intermareales (Barriga R., 2012). En cuanto al análisis, tabulación, ordenamiento e interpretación de los datos obtenidos en el campo, se realizó con el apoyo de los programas Bio Diversity Pro Versión 2 y Past. Los especímenes muestreados fueron identificados en base a comparación morfológica.

A continuación, se detalla la ubicación y características de los puntos de muestreo.

Punto de muestreo	Coordenadas		Hábitat
	X	Y	
(PMI1) Captación/ Tanque de Carga	803712	9753256	Río Upano (Sector Casa de máquinas): Bosque intervenido con abundantes pastizales. Río de 35m de ancho y 6m de profundidad aproximadamente.
(PMI2) Captación/Tanque de Carga	804248	9753878	Río Upano (Aguas Abajo Casa de Máquinas): Bosque secundario y pastizales. Río de 35 m de ancho y 7m de profundidad aproximadamente
(PMI3) Río Upano Conducción	0806400	9755145	Río Upano (Sector Conducción): Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 5m de profundidad aproximadamente
(PMI4) Río Upano antes de la unión con el Abanico	0810048	9756538	Río Upano (Antes de la Unión con Abanico): Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 5m de profundidad aproximadamente, presencia de pedregosidad moderada y de actividad pesquera por parte de los habitantes de las fincas cercanas.
(PMI5) Río Abanico antes de la unión con el Upano	0809852	9755052	Río Abanico (Antes de la Unión con Upano): Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 5m de profundidad aproximadamente, presencia de pedregosidad moderada y presencia de actividad pesquera por parte de los habitantes de las fincas cercanas.
(PMI6) Unión de los ríos Abanico y Upano	0810824	9756322	Unión Río Upano y Abanico: Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 7m de profundidad aproximadamente, presencia de pedregosidad moderada.

Tabla 4. 79: Puntos de muestreo ictiofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

El estudio de la ictiofauna se realizó durante seis días efectivos de campo, se trató de cuantificar el mayor número de registros para realizar el respectivo análisis estadístico.



Mapa 4. 23: Mapa de puntos de muestreo de ictiofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Riqueza Total

Para el estudio de la Ictiofauna, se tomó en cuenta 6 estaciones de muestreo, las cuales están ubicadas a lo largo del Río Upano y Abanico. Se registraron los siguientes resultados generales, para toda la unidad de estudio: dos (2) órdenes, tres (3) familias, cinco (5) especies y 21 Individuos. La riqueza de especies está adaptada según, clima, topografía, metodologías, esfuerzo de muestreo y condiciones propias del área, sin embargo, se debe tomar en cuenta que se trata de cuerpos de agua ubicados a 1400 msnm., que presentan una baja riqueza en general, en relación a los cuerpos de agua de bosques tropicales bajos, por tal razón las cinco especies reportadas representan el 7,35% de las especies registradas para el piso subtropical oriental (68 – Albuja, et al., 2012); es una riqueza representativa a nivel de piso Zoogeográfico.

El orden con mayor representatividad es el de las preñadillas y carachamas (Siluriformes), con dos familias y cuatro especies, que representan el 80% de la riqueza de la unidad de estudio, son peces de tamaño pequeño adaptados a vivir en cuerpos de agua torrentosos y bien oxigenados.

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Puntos de Muestreo						Total
					PMI 1	PMI 2	PMI 3	PMI 4	PMI 5	PMI 6	
1	Characiformes	Characidae	*Creagrutus muelleri*	Sardina	3		3	2		1	9
2	Siluriformes	Astroblepidae	*Astroblepus trifasciatus*	Preñadilla		2					2
3			*Astroblepus unifasciatus*	Preñadilla		1	1				2
4			*Astroblepus sp.*	Preñadilla	2			1	1		4
5		Loricariidae	*Chaetostoma aequinoctiale*	Carachama	1				1	2	4
Total, Taxas	**2**	**3**	**5**		**6**	**3**	**4**	**3**	**2**	**3**	**21**

SIMBOLOGÍA: PMI1: Punto de Muestreo Ictiofauna 1 (Captación/Tanque de Carga), PMI2: Punto de Muestreo Ictiofauna 2 (Captación/Tanque de Carga), PMI3: Punto de Muestreo Ictiofauna 3 (Río Upano Conducción), PMI4: Punto de Muestreo Ictiofauna 4 (Río Upano antes de la Unión con Abanico), PMI5: Punto de Muestreo Ictiofauna 5 (Río Abanico antes de la Unión con Upano), PMI6: Punto de Muestreo Ictiofauna 6 (Unión Río Abanico y Upano).

Tabla 4. 80: Ictiofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

En el siguiente gráfico se detalla la riqueza general del área, la composición y estructura por órdenes y familia.

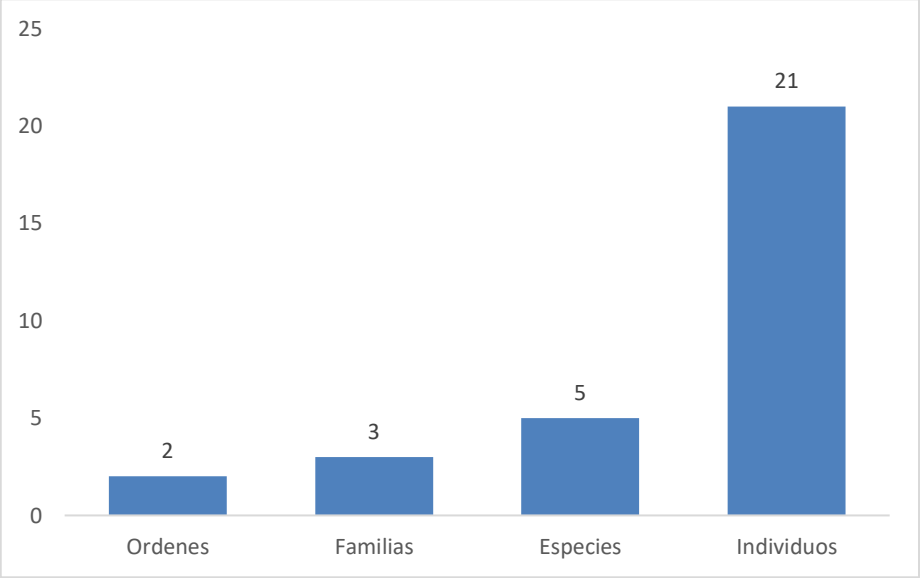


Figura 4. 89: Riqueza general de Ictiofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Riqueza y Abundancia

En el gráfico siguiente se observa que la mayor abundancia se la encuentra en el punto PMI 1 (Captación/Tanque de Carga) con seis individuos, mientras que la PMI 5 (Río Abanico antes de la unión con Upano) presenta el menor número de individuos (2). En cuanto a la riqueza PMI 1 (Captación/Tanque de Carga), es la que mayor riqueza posee con 3 especies; mientras que los puntos restantes presentan dos especies para cada punto de monitoreo.

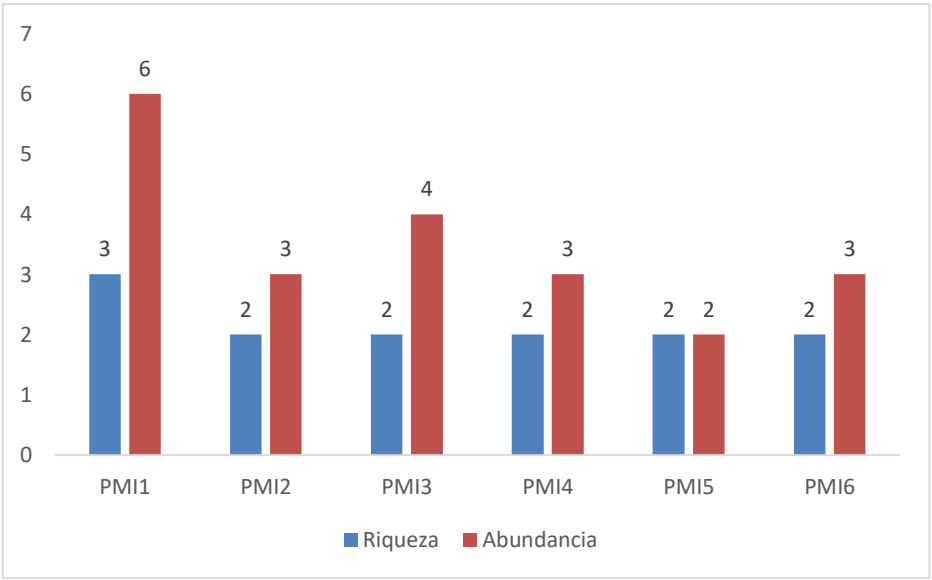


Figura 4. 90: Valores de abundancia y riqueza en las seis estaciones de monitoreo
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Abundancia relativa

El área de estudio registró tres categorías de abundancia relativa asociadas a los peces, se las categorizó de acuerdo al número de individuos encontrados de la

siguiente manera: AB= Abundante > 10 individuos, C= Común 6 a 10 individuos, PC= Poco común 2-5 individuos, R= Raro 1 individuo (Enviromental Protection Agency, 2002).

Al hacer un análisis de las 6 estaciones o puntos de monitoreo se considera como Común a la especie *Creagrutus muelleri* ya que, registró 9 individuos, equivalente al 45% del total de individuos registrados.

Las especies que se clasifica en la categoría Poco común (PC) son *Astroblepus trifasciatus* (2 individuos), *Astroblepus unifasciatus* (2 individuos), *Astroblepus sp.* (2 individuos) y *Chaetostoma aequinoctiale* (4 individuos)

En general esta estadística representa una abundancia relativa ecológicamente adecuada según las variables en las que se registra el muestreo en esta zona que más el esfuerzo de captura y los antecedentes descriptivos del área en cuanto a los estándares climáticos de esta fase de campo, la topografía agreste en la que se distribuye el cauce de la Cuenca del Río Upano y Abanico, como también el estado de conservación de los sitios basado en el uso del suelo destacan que la dinámica íctica está en un desarrollo equilibrado.

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Número de Registros	Abundancia Relativa
1	Characiformes	Characidae	*Creagrutus muelleri*	Sardina	9	Común
2	Siluriformes	Astroblepidae	*Astroblepus trifasciatus*	Preñadilla	2	Poco Común
3			*Astroblepus unifasciatus*	Preñadilla	2	Poco Común
4			*Astroblepus sp.*	Preñadilla	4	Poco Común
5		Loricariidae	*Chaetostoma aequinoctiale*	Carachama	4	Poco Común

Tabla 4. 81: Abundancia relativa de la ictiofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Diversidad

En relación a la diversidad según el índice de Shannon, se determinó que todos los puntos poseen diversidad baja para el área de monitoreo, considerando valores entre 0,56 1.01 bits para las comunidades de peces.

Al realizar el análisis para toda la unidad de estudio, se obtuvo un índice de 1.73 que se interpreta como diversidad media, es un valor que va acorde o en relación a la riqueza del piso Zoogeográfico en que se ubican los cuerpos de agua motivo de estudio, por lo que en este caso no se puede relacionar los datos de diversidad con algún carácter ecológicos que esté ocurriendo en el ecosistema.

Código	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon-Weiner	Interpretación
PMI1	3	6	1,01	Diversidad Baja
PMI2	2	3	0,63	Diversidad Baja
PMI3	2	4	0,56	Diversidad Baja
PMI4	2	3	0,63	Diversidad Baja

Código	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon-Weiner	Interpretación
PMI5	2	2	0,69	Diversidad Baja
PMI6	2	3	0,63	Diversidad Baja
General	5	21	1,73	Diversidad Media

Tabla 4. 82: Índice de Shannon-Wiener de la Ictiofauna registrada
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Curva de acumulación de especies e índices CHAO 1

Para graficar la curva de acumulación de especies se tomó en cuenta los muestreos realizados para toda la unidad de estudio y el incremento de nuevos registros que se fueron dando en cada una de las estaciones de monitoreo, es así que al observar la curva de acumulación de especies, vemos que esta no alcanza la asíntota, es decir la curva no se estabiliza lo cual indica que en los subsiguientes monitoreo se esperaría que se registren más especies, lo indicado es corroborado por el índice Chao 1 que indica una proyección de especies de 5,62. El siguiente gráfico muestra el estimador de riqueza (Chao 1) comparado con la curva de acumulación de especies, según dicho índice la estimación de riqueza para esta zona es de 5.62 especies, y de acuerdo al monitoreo realizado actualmente se obtuvo casi el mismo valor (5 sp).

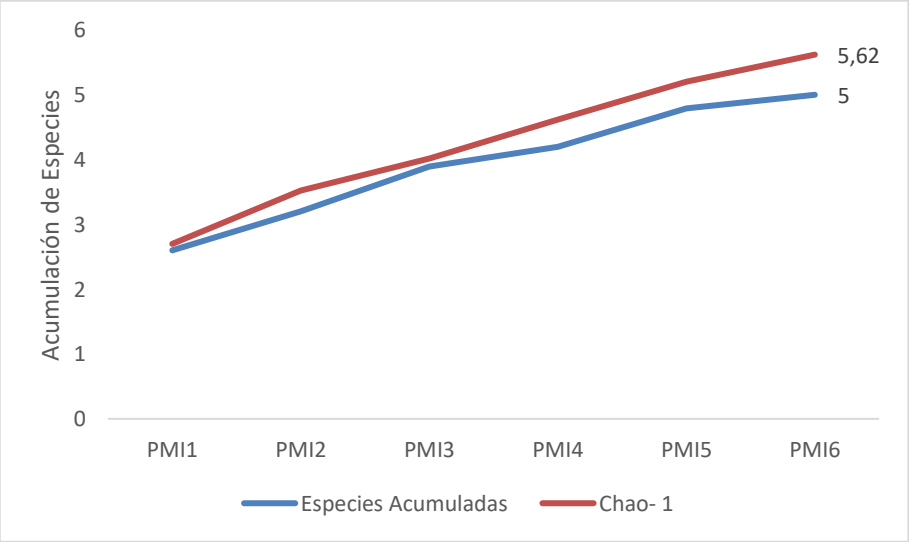


Figura 4. 91: Curva de acumulación de especies de ictiofauna
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Análisis por punto de muestreo

A continuación, se presenta un análisis de cada uno de los puntos de muestreo.

- **PMI1 Captación/Tanque de Carga**

En el punto PMI1, se registró un total de 6 individuos, agrupados en dos órdenes, tres familias y tres especies. A nivel de órdenes, el más representativo fue Siluriformes con dos especies, mientras que Characiformes solo se registró una

especie. A continuación, se presentan de manera detallada el registro de ictiofauna para el punto de muestreo mencionado.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Total
Characiformes	Characidae	*Creagrutus muelleri*	Sardina	3
Siluriformes	Astroblepidae	*Astroblepus sp.*	Preñadilla	2
	Loricariidae	*Chaetostoma aequinoctiale*	Carachama	1
2	**3**	**3**		**6**

Tabla 4. 83: Especies registradas para el punto de muestreo PMI1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Dominancia – Diversidad

Como se mencionó anteriormente, en este punto de muestreo (PMI1) se registró un total de 6 individuos, los cuales mediante el análisis de la curva dominancia – diversidad de especies, la más representativa es *Creagrutus muelleri* con 3 individuos (Pi=50%).

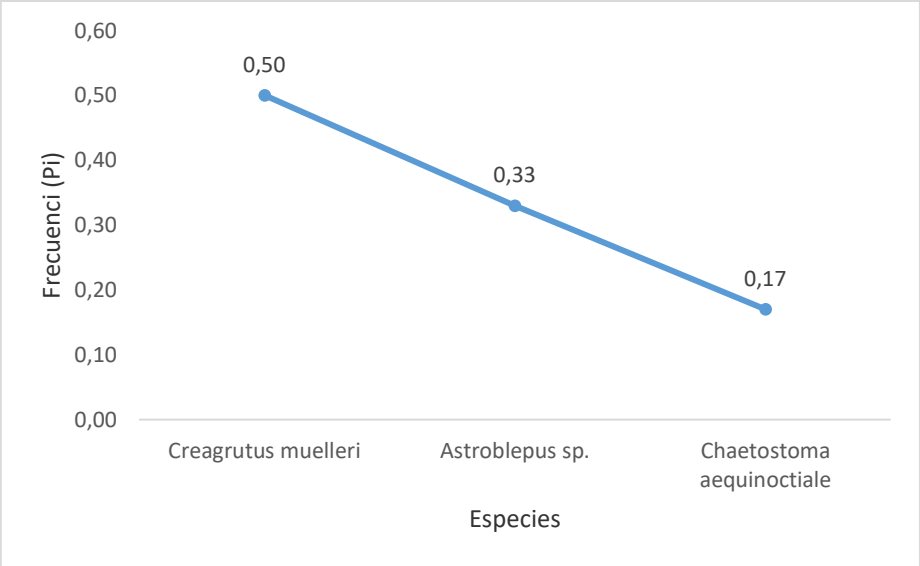


Figura 4. 92: Curva de Dominancia – Diversidad de Ictiofauna registrada en el punto de muestreo PMI1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PMI2 Captación/Tanque de Carga**

En el punto PMI2, se registró un total de 3 individuos, agrupados en un orden, una familia y dos especies. A continuación, se presentan de manera detallada el registro de ictiofauna para el punto de muestreo mencionado.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Total
Siluriformes	Astroblepidae	*Astroblepus trifasciatus*	Preñadilla	2
		Astroblepus unifasciatus	Preñadilla	1
1	**1**	**2**		**3**

Tabla 4. 84: Especies registradas para el punto de muestreo PMI2

Fuente y elaboración: Equipo consultor

Dominancia – Diversidad

Como se mencionó anteriormente, en este punto de muestreo (PMI2) se registró un total de 3 individuos, los cuales mediante el análisis de la curva dominancia – diversidad de especies, la más representativa es *Astroblepus trifasciatus* con 2 individuos (Pi=66%).

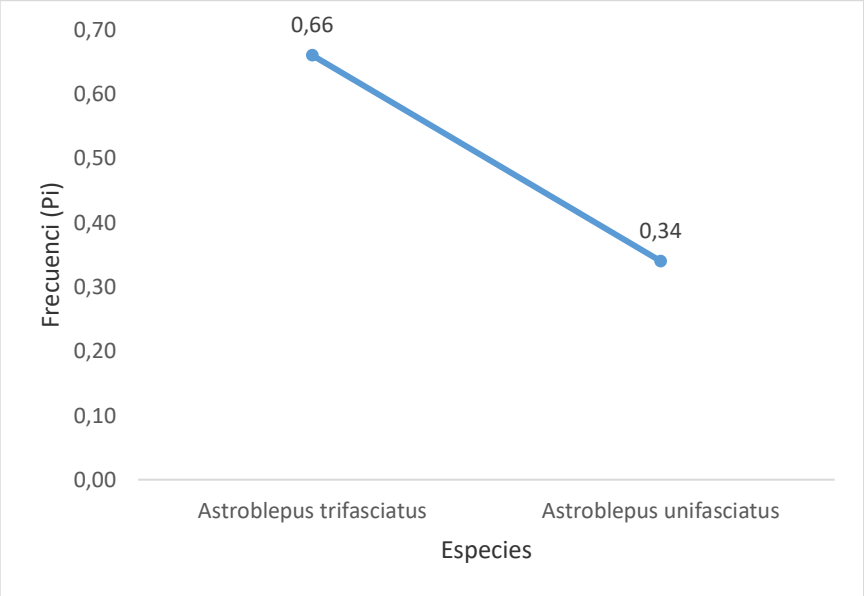


Figura 4. 93: Curva de Dominancia – Diversidad de Ictiofauna registrada en el punto de muestreo PMI2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PMI3 Río Upano Conducción**

En el punto PMI3, se registró un total de 4 individuos, agrupados en dos órdenes, dos familias y dos especies. A continuación, se presentan de manera detallada el registro de ictiofauna para el punto de muestreo mencionado.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Total
Characiformes	Characidae	*Creagrutus muelleri*	Sardina	3
Siluriformes	Astroblepidae	*Astroblepus unifasciatus*	Preñadilla	1
2	**2**	**2**		**4**

Tabla 4. 85: Especies registradas para el punto de muestreo PMI3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Dominancia – Diversidad

Como se mencionó anteriormente, en este punto de muestreo (PMI3) se registró un total de 4 individuos, los cuales mediante el análisis de la curva dominancia –

diversidad de especies, la más representativa es *Creagrutus muelleri* con 3 individuos (Pi=75%).

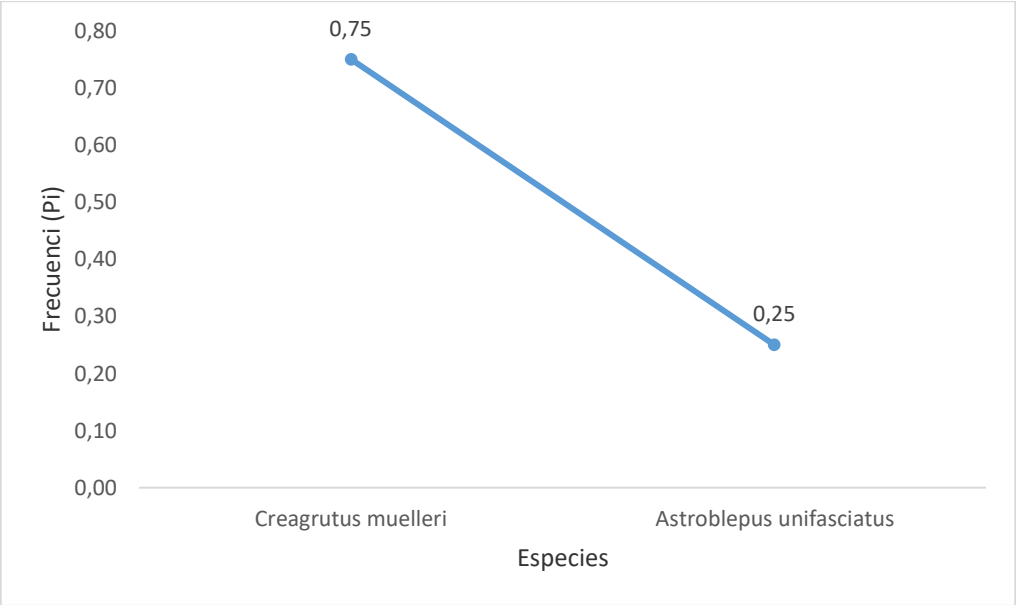


Figura 4. 94: Curva de Dominancia – Diversidad de Ictiofauna registrada en el punto de muestreo PMI3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PMI4 Río Upano antes de la unión con Abanico**

En el punto PMI4, se registró un total de 3 individuos, agrupados en dos órdenes, dos familias y dos especies. A continuación, se presentan de manera detallada el registro de ictiofauna para el punto de muestreo mencionado.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Total
Characiformes	Characidae	*Creagrutus muelleri*	Sardina	2
Siluriformes	Astroblepidae	*Astroblepus sp.*	Preñadilla	1
2	**2**	**2**		**3**

Tabla 4. 86: Especies registradas para el punto de muestreo PMI4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Dominancia – Diversidad

Como se mencionó anteriormente, en este punto de muestreo (PMI4) se registró un total de 3 individuos, los cuales mediante el análisis de la curva dominancia – diversidad de especies, la más representativa es *Creagrutus muelleri* con 3 individuos (Pi=66%).

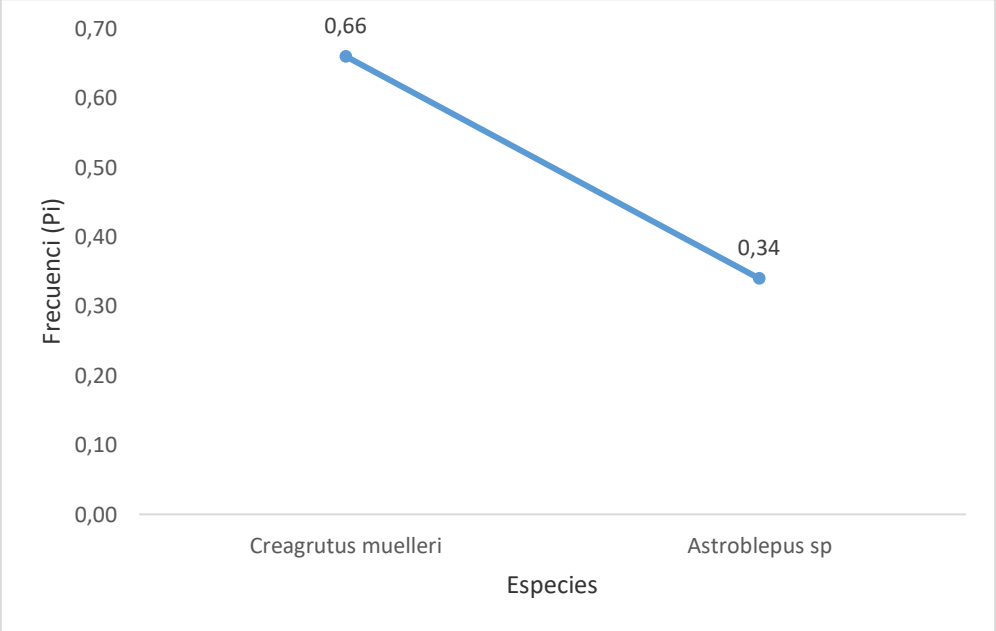


Figura 4. 95: Curva de Dominancia – Diversidad de Ictiofauna registrada en el punto de muestreo PMI4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PMI5 Río Abanico antes de la unión con Upano**

En el punto PMI5, se registró un total de 2 individuos, agrupados en un orden, dos familias y dos especies. A continuación, se presentan de manera detallada el registro de ictiofauna para el punto de muestreo mencionado.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Total
Siluriformes	Astroblepidae	*Astroblepus sp.*	Preñadilla	1
	Loricariidae	*Chaetostoma aequinoctiale*	Carachama	1
1	**2**	**2**		**2**

Tabla 4. 87: Especies registradas para el punto de muestreo PMI5
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Dominancia – Diversidad

Como se mencionó anteriormente, en este punto de muestreo (PMI5) se registró un total de 2 individuos, los cuales mediante el análisis de la curva dominancia – diversidad de especies, se aprecia que ambas especien poseen una Frecuencia (Pi) del 50%.

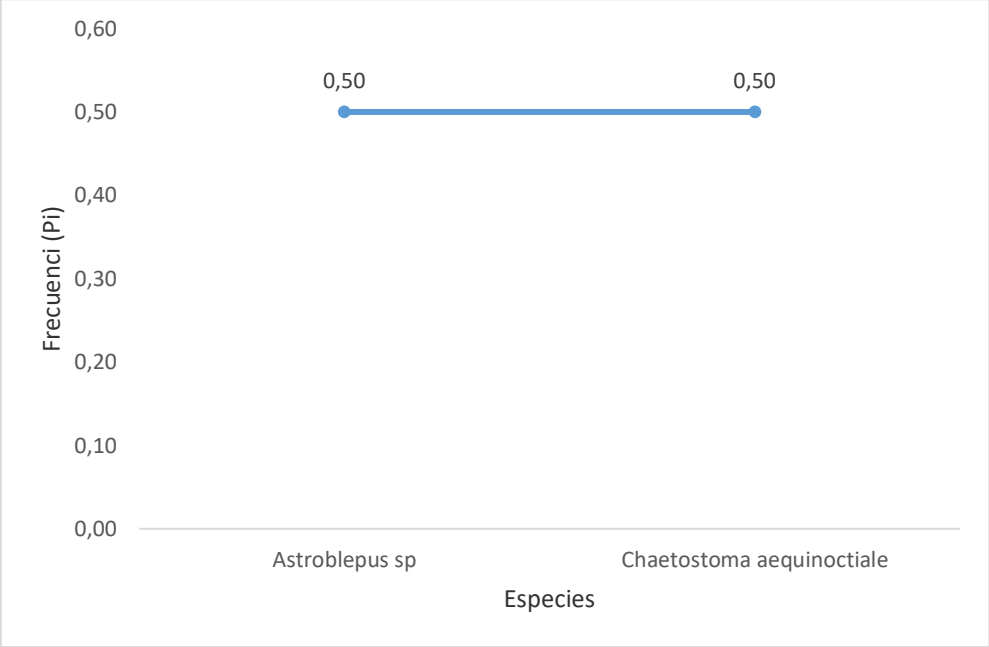


Figura 4. 96: Curva de Dominancia – Diversidad de Ictiofauna registrada en el punto de muestreo PMI5
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PMI6 Unión del Río Upano y Abanico**

En el punto PMI6, se registró un total de 3 individuos, agrupados en dos órdenes, dos familias y dos especies. A continuación, se presentan de manera detallada el registro de ictiofauna para el punto de muestreo mencionado.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Total
Characiformes	Characidae	*Creagrutus muelleri*	Sardina	1
Siluriformes	Loricariidae	*Chaetostoma aequinoctiale*	Carachama	2
2	**2**	**2**		**3**

Tabla 4. 88: Especies registradas para el punto de muestreo PMI6
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Dominancia – Diversidad

Como se mencionó anteriormente, en este punto de muestreo (PMI6) se registró un total de 3 individuos, los cuales mediante el análisis de la curva dominancia – diversidad de especies, *Chaetostoma aequinoctiale* es la especie representativa con 2 individuos (Pi=66%).

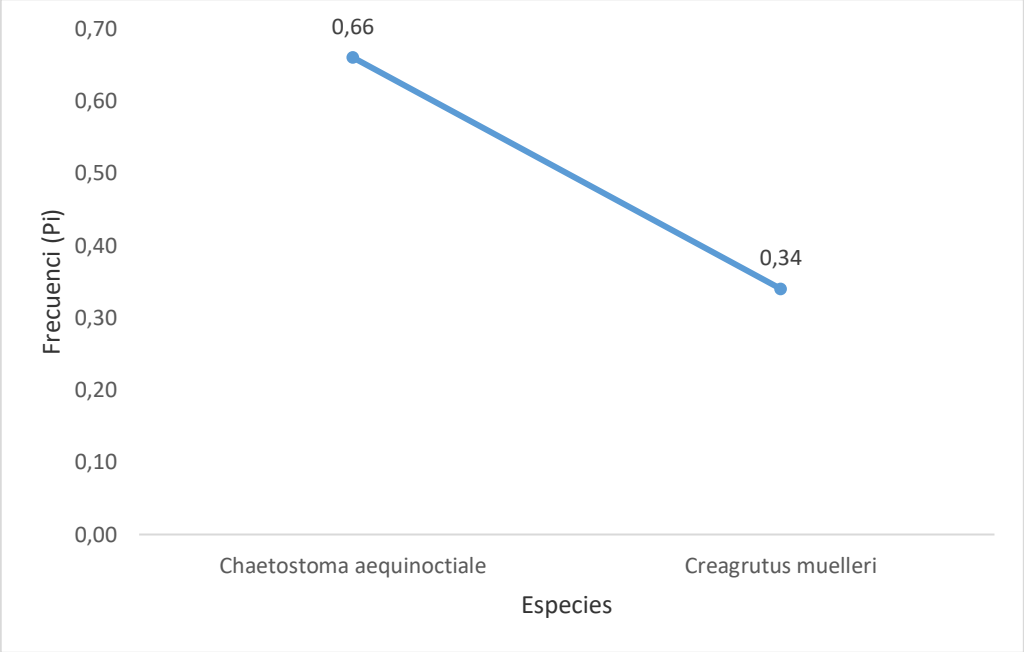


Figura 4. 97: Curva de Dominancia – Diversidad de Ictiofauna registrada en el punto de muestreo PMI6
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Aspectos ecológicos

Las comunidades ícticas se ven determinadas por el funcionamiento del ecosistema donde viven, la biología y actividad de los peces, que a su vez depende de la abundancia de las poblaciones y del nivel trófico del sistema que ocupan, modifica los patrones de funcionamiento de las comunidades de organismos acuáticos (Granado, 2002).

Se suele considerar que el alimento de los peces, proviene de dos fuentes: una autóctona, que depende de la productividad acuática y se origina en las plantas acuáticas, bien sea algas o plantas superiores y en las cadenas tróficas que se derivan de estas y otras de origen externo o alóctono que se derivan en los ecosistemas terrestres circundantes (bosques ribereños) y termina siendo aportada al medio acuático (Galvis, y otros, 2006). Con base en lo antes mencionado en las 6 Estaciones monitoreados se encontraron Characiformes y Siluriformes omnívoros, insectívoros y detritívoros.

Nicho trófico

Para determinar la composición trófica se usó bibliografía correspondiente a hábitos alimenticios de las especies encontradas o taxas afines para establecer los gremios tróficos.

Mediante la clasificación del gremio o nicho trófico de las cinco especies registradas, tres de ellas son omnívoras y representan el 60%, mientras que se registran 1 especie insectívora y 1 detrívora (20% c/u).

Debido a que la mayoría de especies registradas se alimentan de diferentes tipos de nutrientes y de insectos y macroinvertebrados que se encuentran disponibles en el medio acuático, preferentemente bentónicos. Se puede notar que estas especies son buenos indicadores, pues revelan el buen estado de conservación de los cuerpos de agua para el desarrollo de estos en especial la familia Astroblepidae, que en este caso está representada por tres especies (Gerking, 1994).

Orden	Familia	Especie	Nicho Trófico
Characiformes	Characidae	*Creagrutus muelleri*	Insectívoro
Siluriformes	Loricariidae	*Chaetostoma aequinoctiale*	Detritívoro
	Astroblepidae	*Astroblepus trifasciatus*	Omnívoro
		Astroblepus unifasciatus	Omnívoro
		Astroblepus sp.	Omnívoro
3	**4**	**5**	

Tabla 4. 89: Gremio Trófico de las especies de Ictiofauna registradas.
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Hábito

De las cinco especies registradas, tres pertenecen a la familia Astroblepidae, una especie pertenece a la familia Loricariidae, una especie de la familia Characidae; del total de especies y su desarrollo registran hábitos distintos que son peces preferentemente nocturnos (Román-Valencia, Ruiz, & Barriga, 2007) sin embargo, también se los puede observar en horarios crepusculares. Durante el día generalmente se suelen ocultar en pequeñas cavernas bajo las piedras, troncos y bajo raíces y palos de la vegetación ribereña (Tufiño P. y Ramiro-Barrantes A., 2013). Las especies de esta familia poseen una ventosa bucal característica, que les permite mantenerse adheridas a piedras, rocas, troncos, y evitar ser arrastradas por la corriente, lo que les facilita mantenerse ocultos en estos sitios.

Las familias Characidae representada por una especie es preferentemente diurna, al parecer son bastante tolerantes a alteraciones por actividades antrópicas, se encuentran en pequeños ríos con presencia de rápidos, vinculados a sustratos de cantos, gravas y arenas. (Tufiño P. y Ramiro-Barrantes A., 2013).

Distribución vertical de las especies

Los representantes de las familias Astroblepidae y Loricariidae presentan hábitos bentónicos, esto debido a que han desarrollado ventosas bucales y odontoides operculares, que les permiten adherirse al sustrato pedregoso; además presentan la ventaja de poseer la vejiga natatoria atrofiada lo que aumenta su densidad corporal, así como la presencia de músculos bien desarrollados en la zona de la aleta caudal, que les permiten impulsarse contra corriente y así poder desplazarse sin mayor dificultad (Maldonado-Ocampo y otros, 2005). Sus características morfológicas son adaptadas al tipo de ecosistema en donde se desarrollan, pues la presencia de corrientes rápidas y pendientes pronunciadas que se conforman en el

fondo del cauce de los ríos de montaña, les han obligado a adaptarse a estas adversidades y desarrollarse adecuadamente.
Las especies de la familia Characidae se desplazan en la superficie de la columna de agua, alimentándose de fango, frutos podridos, hojas caídas, insectos o carroña (hábitos omnívoros e insectívoros).

Especies de interés

Varios factores juegan un papel fundamental para la determinación de especies de interés, como el nivel trófico que ocupa, el grado de polución que puede soportar, tipo de endemismo, estado de conservación, uso al que se encuentra sujeto.

En cuanto, a las cinco especies registradas, se conoce que necesitan de buenas condiciones físico-químicas y ambientales para desarrollarse; por lo que cualquier alteración que se pueda presentar en los cuerpos de agua por algún tipo de contaminación podría influenciar en la disminución o pérdida de estas poblaciones ícticas.

Se registró especialmente las especies de las familias: Astroblepidae y Loricariidae que, por su importancia endémica, deben ser tomadas en cuenta para posteriores planes de conservación, las especies de los géneros Astroblepus y Chaetostoma respectivamente.

Especies	Nombre Común	Abundancia	Hábitat
Chaetostoma aequinoctiale	Carachama	PC=Poco Común	Cuerpos de agua correntosas, de temperatura baja, abundante vegetación ribereña y altos niveles de oxigenación.
Astroblepus trifasciatus	Preñadilla	PC=Poco Común	Cuerpos de agua correntosas, de temperatura baja, abundante vegetación ribereña y altos niveles de oxigenación.
Astroblepus unifasciatus.	Preñadilla	PC=Poco Común	Cuerpos de agua correntosas, de temperatura baja, abundante vegetación ribereña y altos niveles de oxigenación.
Astroblepus sp	Preñadilla	PC=Poco Común	Cuerpos de agua correntosas, de temperatura baja, abundante vegetación ribereña y altos niveles de oxigenación.
Creagrutus muelleri	Sardina	C=Común	Habita ríos con alta frecuencia de rápidos y afluentes con caudales más grandes, pero siempre vinculados a sustratos de cantos y gravas. Toleran alteraciones por actividades antrópicas

Tabla 4. 90: Especies indicadoras de ictiofauna.
Fuente elaboración: Equipo consultor

Sensibilidad de las especies

La mayoría de especies son sensibles a los cambios de los cuerpos de agua, en particular las pertenecientes a la familia Astroblepidae y Loricariidae que son de alta sensibilidad, sobre todo cuando se encuentran especímenes juveniles y de

tamaño apreciable. En particular, son especies bentónicas que prefieren aguas rápidas, rocas grandes o zonas laminares de corriente media y sustrato grava, a más de quebradas con alta pendiente; son capaces de remontar el cauce y migrar río arriba sin importar la topografía y la velocidad de la corriente del agua gracias a la adaptación de sus labios en forma de ventosa que le sirve para aferrarse a las rocas y evitar ser arrastrado (Maldonado-Ocampo y otros, 2005). Mientras que la familia Characidae es de sensibilidad media debido a que son tolerantes a alteraciones por actividades antrópicas. (Tufiño P. y Ramiro-Barrantes A., 2013).

Especie	Sensibilidad			Criterio
	Alta	Media	Baja	
Astroblepus trifasciatus	x			Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica
Astroblepus unifasciatus	x			Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica
Astroblepus sp	x			Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica
Chaetostoma aequinoctiale	x			Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica
Creagrutus muelleri		x		Historia natural, ecología, biología y distribución geográfica

Tabla 4. 91: Especies de ictiofauna según el grado de sensibilidad
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Estado de conservación de las especies

Para el Ecuador, la (UICN, www.uicn.org/es, 2021) cita 42 especies de peces intermareales y de agua dulce que presentan algún grado de preocupación o nivel de amenaza. De las cinco especies registradas durante el presente monitoreo *Chaetostoma aequinoctiale, Astroblepus trifasciatus, Astroblepus unifasciatus* y *Astroblepus sp.* son de categoría sensibles, aunque no evaluadas, ya que son endémicas.

Uso del recurso

Debido a que las dos estaciones de muestreo PMI1 y PMI2, es prohibido realizar actividades de pesca, por lo que no existe uso de este bien ambiental en esta área por parte de las comunidades, mientras que en las demás estaciones de muestreo ocurre la pesca por parte de los moradores de las fincas aledañas al río Upano y Abanico.

Conclusiones

- De acuerdo a la composición de la ictiofauna se registraron 2 órdenes, 3 familias, 5 especies y un total de 21 individuos. Las 5 especies representa el 3,49% de la riqueza de la zona Ictiohidrográfica Morona- Santiago (MS), que es a la que pertenecen los cuerpos de agua monitoreados (143 especies - Barriga, 2012), mientras que a nivel del piso zoogeográfico representa el 7,35% (68 spp. – Albuja, et al., 2012).

- El análisis de la riqueza por estación de monitoreo indica la presencia de 3 especies para PMI1, 2 especies para PMI2, PMI3, PMI4, PMI5, PMI6 respectivamente.

- El análisis de la abundancia por estación de monitoreo indica la presencia de 6 individuos para PMI1, 4 individuos para PMI3, 3 individuos para PMI2, PMI4, PMI6 y 2 individuos para PMI5.

- El análisis de la diversidad por estación de monitoreo indica la presencia de 1,01 bits para PMI1, 0,69 bits para PMI5, 0,63 bits para PMI2, PMI4, PMI6 y 0,56 bits para PMI3. Todos equivalentes a una diversidad baja.

- El análisis de la curva de acumulación de especies y Chao 1 indica que la curva no alcanza la asíntota (5 especies), es decir la curva no se estabiliza lo cual muestra que en los subsiguientes monitoreos se esperaría que se registren más especies, lo indicado es corroborado por el índice Chao 1 que indica una proyección de especies de 5,62.

- El análisis de similitud determinó que los puntos PMI1 y PMI4 los más similares entre sí, con el 67% de especies compartidas, es decir existe un nivel medio de similitud entre estas estaciones de monitoreo. Las restantes estaciones tienen menos del 50% de similitud indicado una baja compartición de especies.

- En los aspectos ecológicos el nicho trófico indica la presencia de 3 grupos insectívoros, omnívoros y detrívoros, de los cuales el más representativo corresponde a los omnívoros con 60%, luego se ubican los insectívoros y detrívoros con el 20% cada grupo.

- El análisis de sensibilidad indica la presencia de 4 especies de sensibilidad Alta, 1 especie de sensibilidad media. Como se puede observar las especies de sensibilidad alta son las más representativas, los cual muestra que los cuerpos de agua monitoreados están dando las condiciones necesarias para el desarrollo de las especies.

- El estado de conservación de las especies indica que de las 5 especies registradas durante el presente monitoreo *Chaetostoma aequinoctiale, Astroblepus trifasciatus, Astroblepus sp y Astroblepus unifasciatus* son de categoría sensibles, aunque no evaluadas, ya que son endémicas.

- Las familias Astroblepidae y Loricariidae cumplen un papel muy importante en el ecosistema acuático, y radica en que estos peces tienen la capacidad de controlar la población de algunos insectos, ya que se alimentan principalmente de larvas de odonatos, trichopteros, plecópteros, ephemerópteros, dípteros, entre otros (Maldonado, et al., 2005).

4.3.3.6 Macroinvertebrados Acuáticos

Se considera a un organismo como buen bioindicador de la calidad de agua cuando este se encuentra de forma invariable en un ecosistema de características definida y/o su población es ligeramente superior o similar al resto de organismos con los que comparte el mismo hábitat (Roldán, 2003).

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos que se pueden ver a simple vista y son llamados macro porque miden entre 2 milímetros y 30 centímetros, invertebrados por no tener huesos y acuáticos porque viven en lugares con agua dulce como son los ríos, lagos, lagunas y esteros (Carrera & Fierro, 2001).
Estos organismos en los últimos años son utilizados para realizar el análisis de calidad de agua, ya que dan respuesta a contaminaciones crónicas y puntuales, debido a que por medio de ellos se puede medir la degradación del hábitat (Domínguez & Fernández, 2009).

Considerando lo mencionado anteriormente se propone el uso de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua.

Metodología

Fase de Campo: La fase de campo constituye la colecta de macroinvertebrados acuáticos correspondientes para seis puntos de muestreo a lo largo del Río Upano y Abanico. Cabe mencionar que antes de realizar la colecta se registró las características físicas, usos, asentamientos humanos cercanos, contaminantes, vegetación de las orillas y coordenadas de cada punto de muestreo.

En cada punto analizado se estableció un transecto de 50 m de longitud, con ayuda de la Red Surber, en cada sitio se removió el lecho por un minuto y se capturó a los macroinvertebrados, cubriendo todos los microhábitats posibles. Cada sitio constituyó una muestra, la que fue colocada en fundas Ziploc, etiquetada y conservada en alcohol al 96 %.

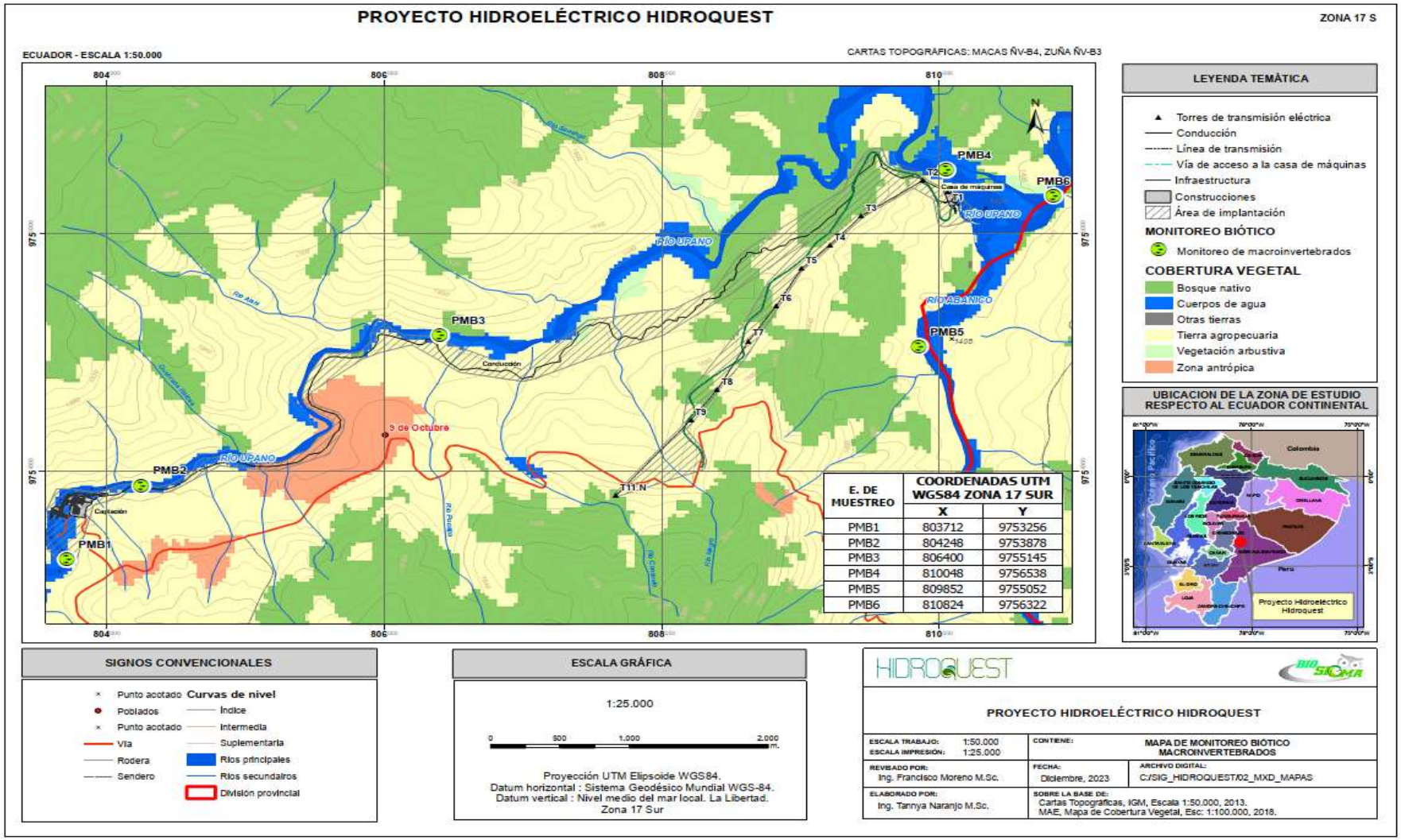
Fase de Laboratorio: En el laboratorio se limpió las muestras y se extrajeron los organismos, usando un cernidor, pinzas entomológicas, una bandeja blanca, agua, alcohol al 80%, tubos vacutainer de 3 ml y frascos plásticos. Los macroinvertebrados colectados fueron clasificados a nivel de orden, familia, género y morfoespecie, usando un estéreo microscopio BOECO con magnificaciones de 0.7 a 4.5x.

La identificación de los ejemplares se hizo a través de claves dicotómicas usadas para la entomofauna acuática neotropical, (Domínguez & Fernández, 2009; Fernández & Domínguez, 2001; Manzo, 2005; Merrit & Cummins, 1988; Roldán, 1988 y Salles, 2006).

A continuación, se detalla la ubicación y características de los puntos de muestreo.

SITIO	COORDENADAS		HÁBITAT
	ESTE	NORTE	
PMB1 Captación/Tanque de Carga	803712	9753256	Río Upano: Bosque intervenido con abundantes pastizales. Río de 35m de ancho y 6m de profundidad aproximadamente.
PMB2 Captación/Tanque de Carga	804248	9753878	Río Upano: Bosque secundario y pastizales. Río de 35 m de ancho y 7m de profundidad aproximadamente
PMB3 Río Upano Conducción	0806400	9755145	Río Upano (Sector Conducción): Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 5m de profundidad aproximadamente
PMB4 Río Upano antes de la unión con el Abanico	0810048	9756538	Río Upano (Antes de la Unión con Abanico): Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 5m de profundidad aproximadamente, presencia de pedregosidad moderada y de actividad pesquera por parte de los habitantes de las fincas cercanas.
PMB5 Río Abanico antes de la unión con el Upano	0809852	9755052	Río Abanico (Antes de la Unión con Upano): Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 5m de profundidad aproximadamente, presencia de pedregosidad moderada y presencia de actividad pesquera por parte de los habitantes de las fincas cercanas.
PMB6 Unión de los ríos Abanico y Upano	0810824	9756322	Unión Río Upano y Abanico: Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 7m de profundidad aproximadamente, presencia de pedregosidad moderada.

Tabla 4. 92: Puntos de muestreo macroinvertebrados
Fuente y elaboración: Equipo consultor



Mapa 4. 24: Mapa de puntos de muestreo de macroinvertebrados
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índices de calidad de agua aplicados

Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party): Se aplicó el índice BMWP adaptado para Colombia por (Roldán, 2003), y este adaptado para el Ecuador; actualmente designa valores especiales a las familias de especies con cierta sensibilidad ambiental, dando el mayor puntaje a las especies indicadoras de aguas limpias (10) y el mínimo valor a especies características de sitios con máximo estado de contaminación (1). El valor del índice se obtiene al sumar los puntajes de las familias registradas con valores predeterminados, obtenidos en el muestreo, como se aprecia en la siguiente tabla.

Los valores de puntaje para las familias individuales reflejan su tolerancia a la contaminación con base en el conocimiento de la distribución y abundancia (Alba-Tercedor, 1996). Adicionalmente, con las puntuaciones asignada a las diferentes familias de macroinvertebrados para el índice BMWP, el cual, combina el número de taxas-géneros totales con un valor de tolerancia/intolerancia a la contaminación, de las familias de macroinvertebrados registradas en los cuerpos de agua monitoreados para clasificar la calidad de agua como se ilustra en la tabla anteriormente presentada.

Familias	Puntaje
Anomalopsychidae – Atriplectididae – Blepharoceridae – Calamoceratidae – Ptilodactylidae – Chordodidae – Gomphidae – Hydridae – Lampyridae – Lymnessiidae – Odontoceridae – Oligoneuriidae – Perlidae – Polythoridae – Psephenidae	10
Ampullariidae – Dytiscidae – Ephemeridae – Euthyplociidae – Gyrinidae – Hydraenidae – Hydrobiosidae – Leptophlebiidae – Philopotamidae – Polycentropodidae – Polymitarcydae – Xiphocentronidae	9
Gerridae – Hebridae – Helicopsychidae – Hydrobiidae – Leptoceridae – Lestidae – Palaemonidae – Pleidae – Pseudothelpusidae – Saldidae – Simuliidae – Veliidae – Trichodactylidae	8
Baetidae – Caenidae – Calopterygidae – Coenagrionidae – Corixidae – Dixidae – Dryopidae – Glossossomatidae – Hyalellidae – Hydroptilidae – Hydropsychidae – Leptohyphidae – Naucoridae – Notonectidae – Planariidae – Psychodidae – Scirtidae	7
Aeshnidae – Ancylidae – Corydalidae – Elmidae – Libellulidae – Limnichidae – Lutrochidae – Megapodagrionidae – Sialidae – Staphylinidae	6
Belastomatidae – Gelastocoridae – Mesoveliidae – Nepidae – Planorbidae – Pyralidae – Tabanidae – Thiaridae	5
Chrysomelidae – Stratiomyidae – Haliplidae – Empididae – Dolichopodidae – Sphaeriidae – Lymnaeidae – Hydrometridae – Curculionidae – Noteridae	4
Ceratopogonidae – Glossiphoniidae – Cyclobdellidae – Hydrophilidae – Physidae – Tipulidae	3
Culicidae – Chironomidae – Muscidae – Sciomyzidae – Syrphidae	2
Tubificidae	1

Valores del índice BMWP/Col		
Calidad	**BMWP/Col**	**Significado**
Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias
Aceptable	61 - 100	Aguas ligeramente contaminadas
Dudosa	36 - 60	Aguas moderadamente contaminadas
Crítica	16 -35	Aguas muy contaminadas
Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas

Tabla 4. 93: Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col y su interpretación
Fuente: Roldán, 2003
Elaboración: Equipo consultor

Índice EPT: Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados acuáticos que son indicadores de la calidad de agua, debido a

que son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecóptera o mascas de piedra y Trichoptera o frigánea.

Para realizar el análisis de dicho índice, se procede a colocar en una columna la clasificación de los organismos, en la siguiente columna se coloca la abundancia, es decir, el número de individuos registrados y en la última columna se colocan los EPT presentes. Seguido a esto, se dividen los EPT presentes para la abundancia total, obteniendo un valor, el mismo que será multiplicado por 100%. El resultado se compara con la siguiente tabla de calificaciones de la calidad del agua que va de buena a mala calidad (Carrera y Fierro, 2001).

% EPT	Calidad del Agua
75 – 100%	Muy Buena
50 – 74%	Buena
25 – 49%	Regular
0 – 24%	Mala

Tabla 4. 94: Valores del índice EPT
Fuente: Carrera y Fierro, 2001.
Elaboración: Equipo consultor

Riqueza Total

Se identificó un total de 249 individuos, distribuidos en 19 morfoespecies, 15 familias y 8 órdenes, en este último resalta el orden Coleóptera como el más representativo con cinco morfoespecies.

No.	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de Muestreo/ Individuos						To.
				PMB1	PMB2	PMB3	PMB4	PMB5	PMB6	
1	Coleóptera	Dytiscidae	*Laccophilus sp.*		2	3		1	3	**9**
2	Coleóptera	Elmidae	*Heterelmis sp.*	3		1	1	2		**7**
3	Coleóptera	Elmidae	*Neoelmis sp.*	1	6	2			1	**10**
4	Coleóptera	Ptilodactylidae	*Anchytarsus sp.*	1			3			**4**
5	Coleóptera	Staphylinidae	*Bledius sp.*	3	1			3		**7**
6	Díptera	Blephariceridae	*Limonicola sp.*	6	3	5			2	**16**
7	Díptera	Tipulidae	*Hexatoma sp.*	2		6		6		**14**
8	Díptera	Tipulidae	*Molophilus sp.*		5			4		**9**
9	Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes sp.*	2	8		8		5	**23**
10	Ephemeroptera	Baetidae	*Prebaetodes sp.*	4		9		11		**24**
11	Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Leptohyphes sp.*		5			2		**7**
12	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Thraulodes sp.*	3	9	1	2	8	6	**29**
13	Hemíptera	Naucoridae	*Heleocoris sp.*	8	3					**11**
14	Megaloptera	Corydalidae	*Corydalus sp.*	3	2	3		3		**11**
15	Odonata	Libellulidae	*Macrothemis sp.*		5		2	1	7	**15**
16	Plecóptera	Perlidae	*Anacroneuria sp.*	2		2	5		5	**14**
17	Trichoptera	Hydropsychidae	*Leptonema sp.*		3		1	7		**11**
18	Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea sp.*	1	4	1			8	**14**
19	Trichoptera	Leptoceridae	*Grumichella sp.*	1			3	1	9	**14**

No.	Orden	Familia	Morfoespecie	Puntos de Muestreo/ Individuos						To.
				PMB1	PMB2	PMB3	PMB4	PMB5	PMB6	
Total, Taxas	**8**	**15**	**19**	**40**	**56**	**33**	**25**	**49**	**46**	**249**
SIMBOLOGÍA: PMB1: Punto de Muestreo Bentos 1 (Captación/Tanque de Carga), PMB2: Punto de Muestreo Bentos 2 (Captación/Tanque de Carga), PMB3: Punto de Muestreo Bentos 3 (Río Upano Conducción), PMB4: Punto de Muestreo Bentos 4 (Río Upano antes de la Unión con Abanico), PMB5: Punto de Muestreo Bentos 5 (Río Abanico antes de la Unión con Upano), PMB6: Punto de Muestreo Bentos 6 (Unión Río Abanico y Upano).										

Tabla 4. 95: Macroinvertebrados acuáticos registrados
Fuente y elaboración: Equipo consultor

El siguiente gráfico presenta en síntesis la riqueza global registrada:

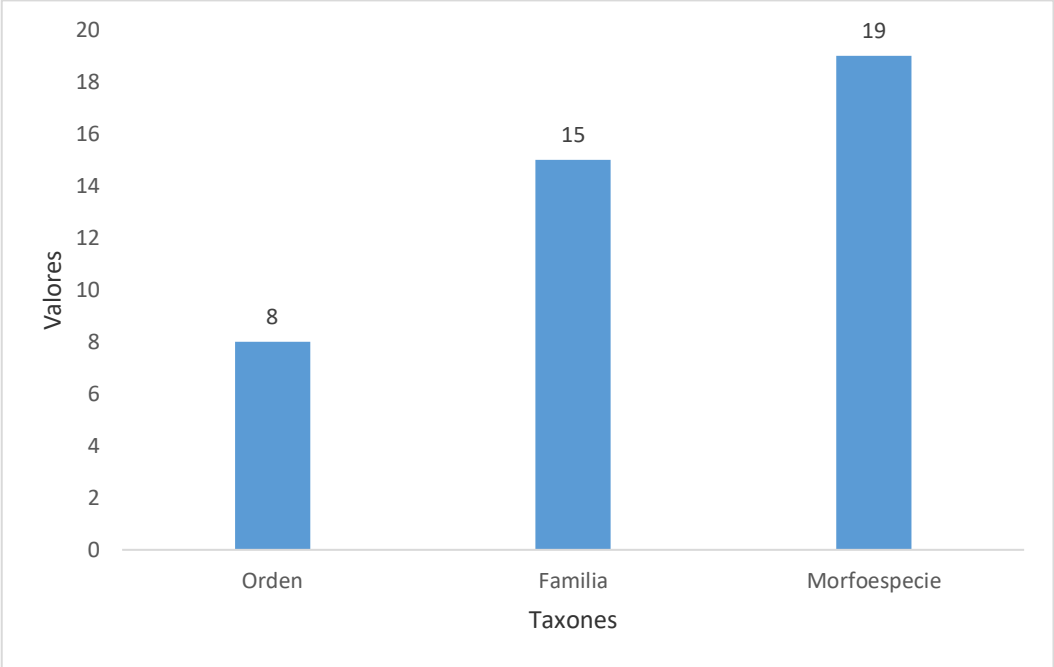


Figura 4. 98: Riqueza Global de Macroinvertebrados acuáticos
Fuente y elaboración: Equipo consultor

En lo que respecta a la riqueza y abundancia obtenida, la riqueza está representada por las morfoespecies registradas, en esta el punto de muestreo más representativo es PMB1 (Captación/Tanque de Carga) con 14 morfoespecies, seguido por PMB2 (Captación/Tanque de Carga) y PMB5 (Río Abanico antes de la unión con Upano) con 13 y 12 morfoespecies respectivamente, a continuación, por PMB3 (Río Upano Conducción), PMB6 (Unión del Río Upano y Abanico) y PMB4 (Río Upano antes de la unión con Abanico) con 10, 9 y 8 morfoespecies respectivamente.

Por su parte la abundancia que está representada por el número de individuos registrados, el punto más representativo es PMB2 (Captación/Tanque de Carga) con 53 individuos, seguida por PMB5 (Río Abanico antes de la unión con Upano), PMB6 (Unión del Río Upano y Abanico) y PMB1 (Casas de Máquinas Aguas Arriba) con 49, 46 y 46 individuos; mientras que PMB3 (Río Upano Conducción) y PMB4

(Río Upano antes de la unión con Abanico) se encuentra como los puntos de monitoreo de menor abundancia con 33 y 25 individuos respectivamente. El siguiente gráfico representa lo anteriormente mencionado.

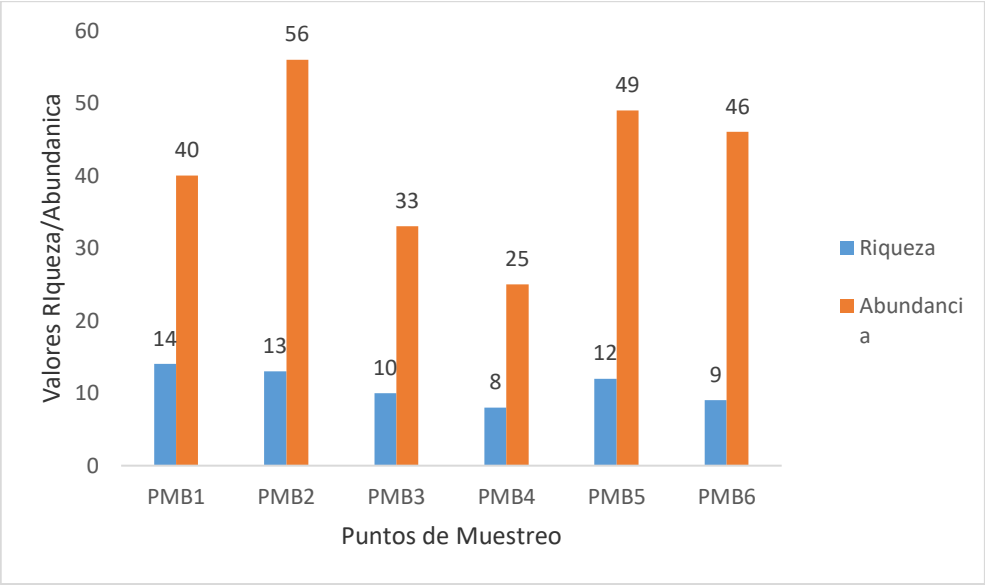


Figura 4. 99: Riqueza y abundancia de macroinvertebrados por punto de muestreo
Fuente y elaboración: Equipo consultor

A su vez, el análisis de la curva dominancia – diversidad, determinó que la morfoespecie con mayor frecuencia es *Thraulodes* sp. con 29 individuos (Pi= 0.12), *Prebaetodes* sp con 24 individuos (Pi=0.10) y *Baetodes* sp. con 23 individuos (Pi= 0,09); las demás morfoespecies (16) registraron entre siete y 16 individuos, es decir que a partir de Pi= 0,09 se produce un descenso.

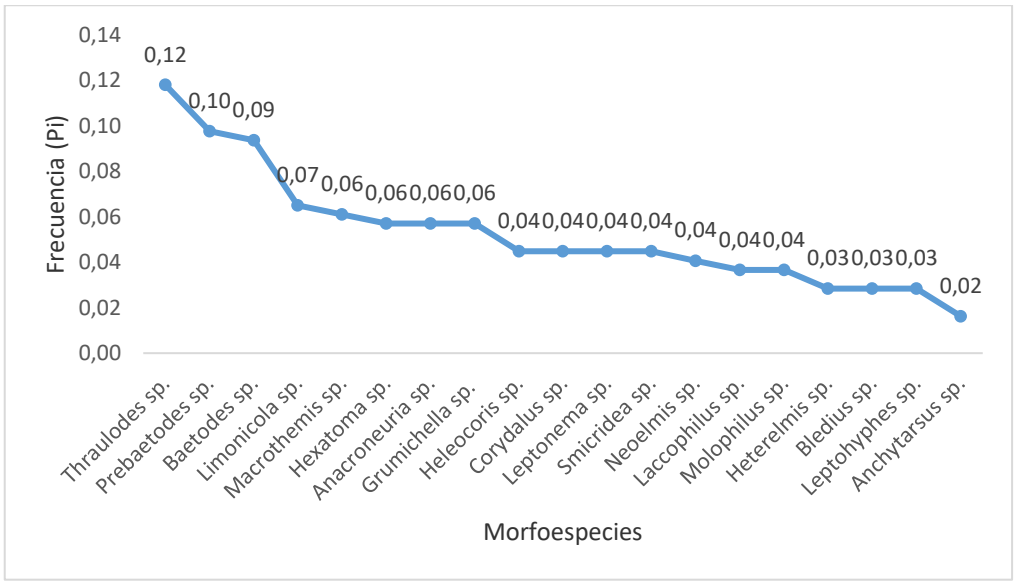


Figura 4. 100: Curva de Dominancia – Diversidad de macroinvertebrados Acuáticos registrados
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Abundancia Relativa

En el área de monitoreo se registró la siguiente abundancia relativa, en base a las morfoespecies e individuos registrados.
Como abundantes se registraron 12 morfoespecies en cada categoría (63%) y 7 morfoespecies comunes (37%).

De acuerdo con los datos obtenidos, la mayoría de las especies se ubican en las categorías con menor frecuencia de individuos, lo cual se puede relacionar al buen estado de conservación de los cuerpos de agua, debido a que mayor riqueza menor abundancia y mejor estado de conservación. A continuación, se detalla la abundancia relativa de los macroinvertebrados acuáticos registrados.

Orden	Familia	Morfoespecie	Abundancia Relativa
Coleóptera	Dytiscidae	*Laccophilus* sp.	Común
Coleóptera	Elmidae	*Heterelmis* sp.	Común
Coleóptera	Elmidae	*Neoelmis* sp.	Abundante
Coleóptera	Ptilodactylidae	*Anchytarsus* sp.	Común
Coleóptera	Staphylinidae	*Bledius* sp.	Común
Díptera	Blephariceridae	*Limonicola* sp.	Abundante
Díptera	Tipulidae	*Hexatoma* sp.	Abundante
Díptera	Tipulidae	*Molophilus* sp.	Común
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes* sp.	Abundante
Ephemeroptera	Baetidae	*Prebaetodes* sp.	Abundante
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Leptohyphes* sp.	Común
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Thraulodes* sp.	Abundante
Hemíptera	Naucoridae	*Heleocoris* sp.	Abundante
Megaloptera	Corydalidae	*Corydalus* sp.	Abundante
Odonata	Libellulidae	*Macrothemis* sp.	Abundante
Plecóptera	Perlidae	*Anacroneuria* sp.	Común
Trichoptera	Hydropsychidae	*Leptonema* sp.	Abundante
Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea* sp.	Abundante
Trichoptera	Leptoceridae	*Grumichella* sp.	Abundante

Tabla 4. 96: Abundancia relativa de macroinvertebrados acuáticos registrados
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Diversidad

El índice de diversidad de Shannon-Wiener aplicado al área de estudio determinó que todos los puntos de muestreo poseen una diversidad media, con un ambiente moderadamente alterado, lo que demuestra que los cuerpos de agua muestreados registran condiciones óptimas y buenos estados de conservación, lo que contribuye al desarrollo de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, como lo indica la siguiente tabla.

Punto Muestreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Shannon-Wiener (H')	Interpretación
PMB1	14	40	2,43	Mediana diversidad
PMB2	13	56	2,42	Mediana diversidad
PMB3	10	33	2,04	Mediana diversidad
PMB4	8	25	1,85	Mediana Diversidad
PMB5	12	49	2,21	Mediana Diversidad

Punto Muestreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Shannon-Wiener (H')	Interpretación
PMB6	9	46	2,05	Mediana Diversidad
SIMBOLOGÍA: PMB1: Punto de Muestreo Bentos 1 (Captación/Tanque de Carga), PMB2: Punto de Muestreo Bentos 2 (Captación/Tanque de Carga), PMB3: Punto de Muestreo Bentos 3 (Río Upano Conducción), PMB4: Punto de Muestreo Bentos 4 (Río Upano antes de la Unión con Abanico), PMB5: Punto de Muestreo Bentos 5 (Río Abanico antes de la Unión con Upano), PMB6: Punto de Muestreo Bentos 6 (Unión Río Abanico y Upano).				

Tabla 4. 97: Análisis de diversidad de los macroinvertebrados acuáticos registrados
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índice Chao-1 y Curva de acumulación de especies

El estimador no paramétrico Chao 1, calculó para el río Upano y Abanico 22 morfoespecies, valor mayor al registrado en los puntos de muestreo analizados. En los puntos de muestreo se determinó que la curva de acumulación de especies de macroinvertebrados acuáticos, todavía está creciendo y dista de alcanzar la asíntota, esto es normal en ecosistemas terrestres y acuáticos diversos (Magurran, 1988). Al comparar la curva de acumulación de especies observadas, con la curva de especies estimadas por el Chao 1, se colectó el 86% de la riqueza local de macroinvertebrados acuáticos, con el esfuerzo de muestreo realizado con la red Surber.

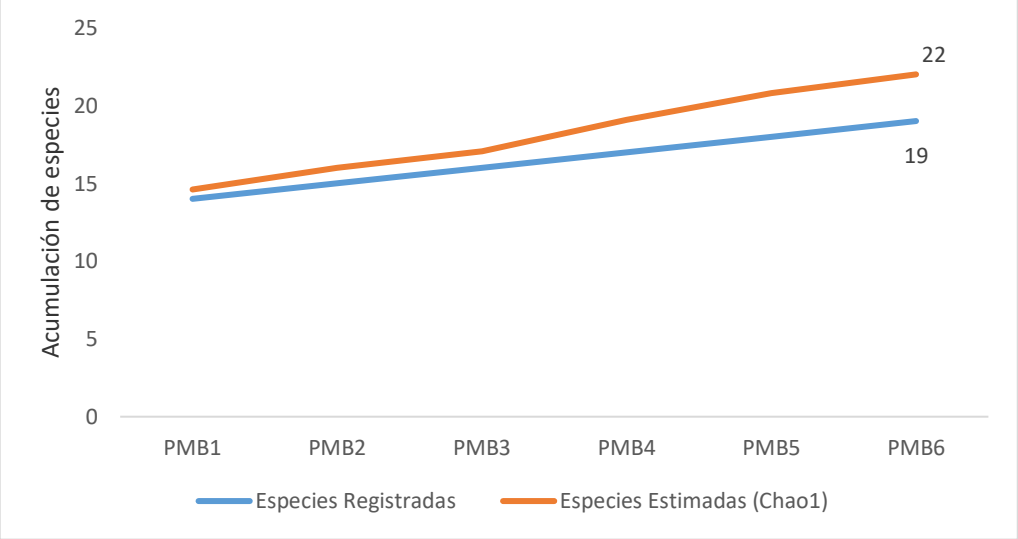


Figura 4. 101: Curva de acumulación de morfoespecies de los Macroinvertebrados Acuáticos
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Análisis de Resultados por Punto de Muestreo

- **PMB1 Captación/Tanque de Carga**

En el punto PMB1, se registró un total de 40 individuos, agrupados en siete órdenes, 12 familias y 14 morfoespecies. A nivel de órdenes, el más representativo fue Coleóptera con cuatro morfoespecies, seguido de Ephemeroptera con tres morfoespecies, mientras que Díptera y Trichoptera registraron dos morfoespecies cada una y el resto de órdenes (3) se llegó a registrar una morfoespecie para cada uno. En lo que respecta a familias, Elmidae

y Baetidae fueron las más dominantes con dos morfoespecies cada una, mientras que las familias restantes (12) solo presentaron una sola morfoespecie. A continuación, se presentan de manera detallada el registro de macroinvertebrados.

Orden	Familia	Morfoespecie	Ab.
Coleóptera	Elmidae	*Heterelmis* sp.	3
Coleóptera	Elmidae	*Neoelmis* sp.	1
Coleóptera	Ptilodactylidae	*Anchytarsus* sp.	1
Coleóptera	Staphylinidae	*Bledius* sp.	3
Díptera	Blephariceridae	*Limonicola* sp.	6
Díptera	Tipulidae	*Hexatoma* sp.	2
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes* sp.	2
Ephemeroptera	Baetidae	*Prebaetodes* sp.	4
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Thraulodes* sp.	3
Hemíptera	Naucoridae	*Heleocoris* sp.	8
Megaloptera	Corydalidae	*Corydalus* sp.	3
Plecóptera	Perlidae	*Anacroneuria* sp.	2
Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea* sp.	1
Trichoptera	Leptoceridae	*Grumichella* sp.	1
7	**12**	**14**	**40**
Simbología: Ab: Abundancia			

Tabla 4. 98: Morfoespecies registradas para el punto de muestreo PMB1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Dominancia – Diversidad

Como se mencionó anteriormente, en este punto de muestreo (PMB1) se registró un total de 40 individuos, los cuales mediante el análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, la más representativa es *Heleocoris* sp. con 8 individuos (Pi=20%). Mientras que el resto de morfoespecies (13), registraron entre uno y seis individuos, lo que significa que a partir de Pi=0,20 (20%) comenzó un descenso, como lo muestra el siguiente gráfico.

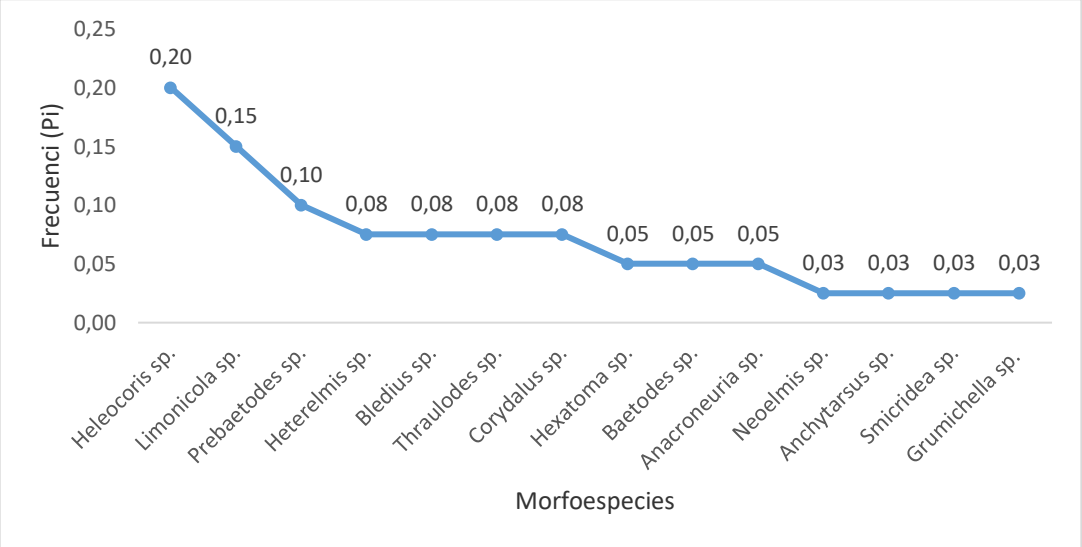


Figura 4. 102: Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos PMB1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PMB2 Captación/Tanque de Carga**

En el punto PMB2, se registró un total de 56 individuos, agrupados en siete órdenes, 12 familias y 13 morfoespecies. A nivel de órdenes, el más representativo fue Coleóptera y Ephemeroptera con tres morfoespecies cada una, seguido de Díptera y Trichoptera con dos morfoespecies cada orden y el resto de órdenes (3) se llegó a registrar una morfoespecie. En lo que respecta a familia Hydropsychidae registró dos morfoespecies, mientras que las familias restantes (11) solo presentaron una sola morfoespecie. A continuación, se presentan de manera detallada el registro de macroinvertebrados acuáticos para el punto de muestreo mencionado.

Orden	Familia	Morfoespecie	Ab.
Coleóptera	Dytiscidae	*Laccophilus* sp.	2
Coleóptera	Elmidae	*Neoelmis* sp.	6
Coleóptera	Staphylinidae	*Bledius* sp.	1
Díptera	Blephariceridae	*Limonicola* sp.	3
Díptera	Tipulidae	*Molophilus* sp.	5
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes* sp.	8
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Leptohyphes* sp.	5
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Thraulodes* sp.	9
Hemíptera	Naucoridae	*Heleocoris* sp.	3
Megaloptera	Corydalidae	*Corydalus* sp.	2
Odonata	Libellulidae	*Macrothemis* sp.	5
Trichoptera	Hydropsychidae	*Leptonema* sp.	3
Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea* sp.	4
7	**12**	**13**	**56**
Simbología: Ab: Abundancia			

Tabla 4. 99: Morfoespecies registradas para el punto de muestreo PMB2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Dominancia – Diversidad

Como se mencionó anteriormente, en este punto de muestreo (PMB2) se registró un total de 56 individuos, los cuales mediante el análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, la más representativa son *Thraulodes* sp., *Baetodes* sp. y *Neoelmis* sp. con 9, 8 y 6 individuos respectivamente (Pi=16%, 14% y 11%). Mientras que el resto de morfoespecies (10), registraron entre uno y cinco individuos, lo que significa que a partir de Pi=0,11 (11%) comenzó un descenso, como lo muestra el siguiente gráfico.

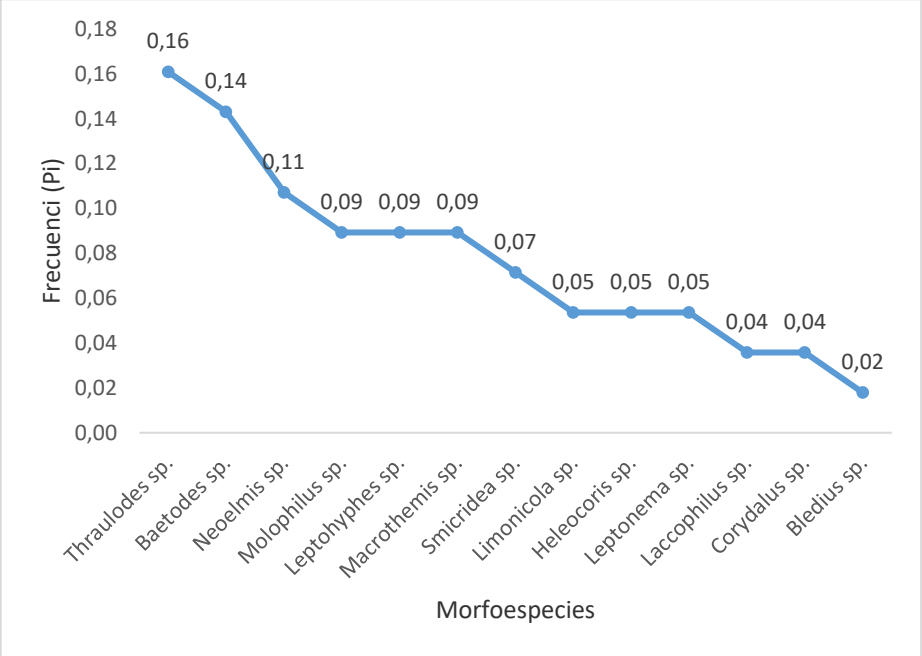


Figura 4. 103: Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos PMB2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PMB3 Río Upano Conducción**

En el punto PMB3, se registró un total de 33 individuos, agrupados en seis órdenes, nueve familias y 10 morfoespecies. A nivel de órdenes, el más representativo fue Coleóptera con tres morfoespecies, seguido de Ephemeroptera y Díptera con dos morfoespecies, mientras que el resto de órdenes (3) se llegó a registrar una morfoespecie para cada una.

En lo que respecta a familias, Elmidae fue la más dominantes con dos morfoespecies, mientras que las familias restantes (8) solo presentaron una sola morfoespecie. A continuación, se presentan de manera detallada el registro de macroinvertebrados acuáticos para el punto de muestreo mencionado.

Orden	**Familia**	**Morfoespecie**	**Ab.**
Coleóptera	Dytiscidae	*Laccophilus* sp.	3
Coleóptera	Elmidae	*Heterelmis* sp.	1
Coleóptera	Elmidae	*Neoelmis* sp.	2
Díptera	Blephariceridae	*Limonicola* sp.	5
Díptera	Tipulidae	*Hexatoma* sp.	6
Ephemeroptera	Baetidae	*Prebaetodes* sp.	9
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Thraulodes* sp.	1
Megaloptera	Corydalidae	*Corydalus* sp.	3
Plecóptera	Perlidae	*Anacroneuria* sp.	2
Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea* sp.	1
6	**9**	**10**	**33**
Simbología: Ab: Abundancia			

Tabla 4. 100: Morfoespecies registradas para el punto de muestreo PMB3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Dominancia – Diversidad

Como se mencionó anteriormente, en este punto de muestreo (PMB3) se registró un total de 33 individuos, los cuales mediante el análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, la más representativa es *Prebaetodes sp*. con 9 individuos (Pi=27%). Mientras que el resto de morfoespecies (9), registraron entre uno y seis individuos, lo que significa que a partir de Pi=0,27 (27%) comenzó un descenso, como lo muestra el siguiente gráfico.

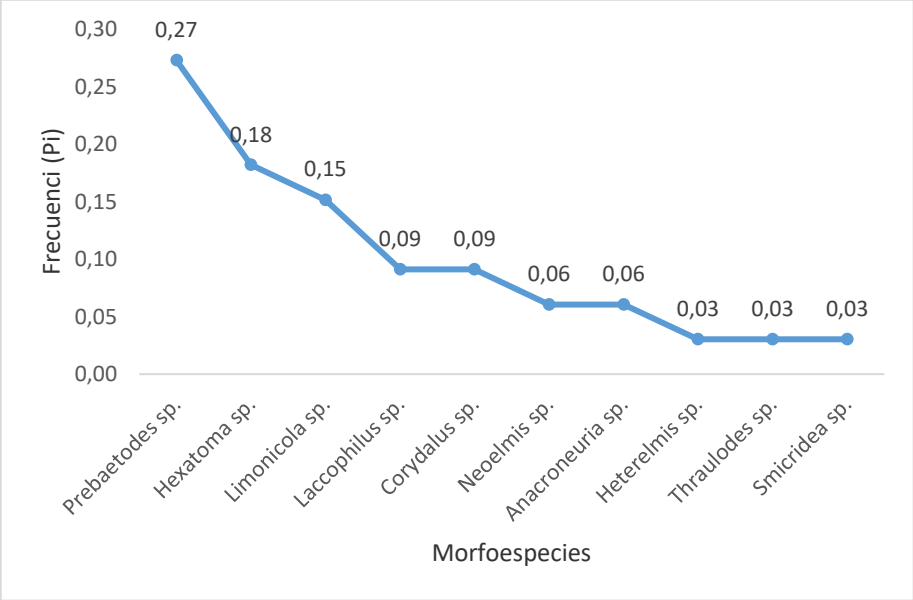


Figura 4. 104: Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos PMB3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PMB4 Río Upano antes de la unión con Abanico**

En el punto PMB4, se registró un total de 25 individuos, agrupados en cinco órdenes, ocho familias y ocho morfoespecies. A nivel de órdenes, el más representativo fue Coleóptera y Ephemeroptera con dos morfoespecies, mientras que el resto de órdenes (3) se llegó a registrar una morfoespecie para cada una. En lo que respecta a familias, todas (8) solo presentaron una sola morfoespecie.

Orden	Familia	Morfoespecie	Ab.
Coleóptera	Elmidae	*Heterelmis* sp.	1
Coleóptera	Ptilodactylidae	*Anchytarsus* sp.	3
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes* sp.	8
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Thraulodes* sp.	2
Odonata	Libellulidae	*Macrothemis* sp.	2
Plecóptera	Perlidae	*Anacroneuria* sp.	5
Trichoptera	Hydropsychidae	*Leptonema* sp.	1
Trichoptera	Leptoceridae	*Grumichella* sp.	3
5	**8**	**8**	**25**
Simbología: Ab: Abundancia			

Tabla 4. 101: Morfoespecies registradas para el punto de muestreo PMB4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Dominancia – Diversidad

Como se mencionó anteriormente, en este punto de muestreo (PMB4) se registró un total de 25 individuos, los cuales mediante el análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, la más representativa es *Baetodes* sp. con ocho individuos (Pi= 32%). Mientras que el resto de morfoespecies (7), registraron entre uno y cinco individuos, lo que significa que a partir de Pi=0,32 (32%) comenzó un descenso, como lo muestra el siguiente gráfico.

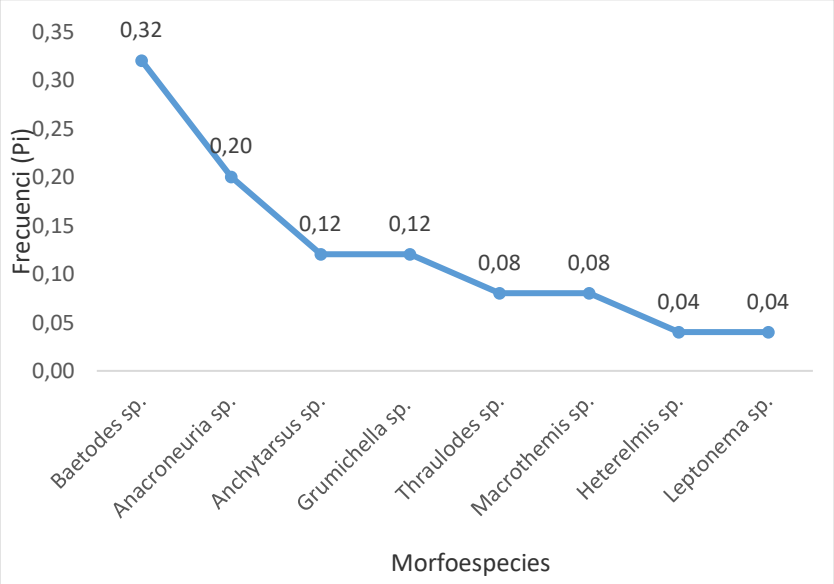


Figura 4. 105: Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos PMB4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PMB5 Río Abanico antes de la unión con Upano**

En el punto PMB5, se registró un total de 49 individuos, agrupados en seis órdenes, 11 familias y 12 morfoespecies. A nivel de órdenes, los más representativos fueron Coleóptera y Ephemeroptera con tres morfoespecies cada una, mientras que el resto de órdenes (4) se llegó a registrar una morfoespecie para cada una. En lo que respecta a familias, Tipulidae fue las más dominantes con dos morfoespecies; mientras que las familias restantes (10) solo presentaron una sola morfoespecie. A continuación, se presentan de manera detallada el registro de macroinvertebrados acuáticos para el punto de muestreo mencionado.

Orden	Familia	Morfoespecie	Ab.
Coleóptera	Dytiscidae	*Laccophilus* sp.	1
Coleóptera	Elmidae	*Heterelmis* sp.	2
Coleóptera	Staphylinidae	*Bledius* sp.	3
Díptera	Tipulidae	*Hexatoma* sp.	6
Díptera	Tipulidae	*Molophilus* sp.	4
Ephemeroptera	Baetidae	*Prebaetodes* sp.	11
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Leptohyphes* sp.	2
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Thraulodes* sp.	8
Megaloptera	Corydalidae	*Corydalus* sp.	3

Orden	Familia	Morfoespecie	Ab.
Odonata	Libellulidae	*Macrothemis* sp.	1
Trichoptera	Hydropsychidae	*Leptonema* sp.	7
Trichoptera	Leptoceridae	*Grumichella* sp.	1
6	**11**	**12**	**49**
Simbología: Ab: Abundancia			

Tabla 4. 102: Morfoespecies registradas para el punto de muestreo PMB5
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Dominancia – Diversidad

Como se mencionó anteriormente, en este punto de muestreo (PMB5) se registró un total de 49 individuos, los cuales mediante el análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, la más representativa es *Prebaetodes sp.* con 11 individuos (Pi=22%). Mientras que el resto de morfoespecies (11), registraron entre uno y ocho individuos, lo que significa que a partir de Pi=0,22 (22%) comenzó un descenso, como lo muestra el siguiente gráfico.

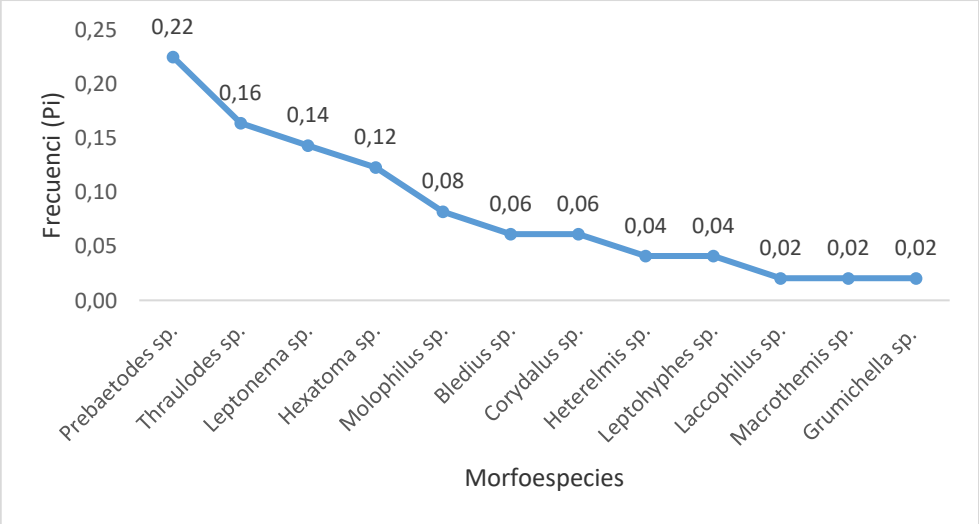


Figura 4. 106: Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos PMB5
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **PMB6 Unión del Río Upano y Abanico**

En el punto PMB6, se registró un total de 46 individuos, agrupados en seis órdenes, 9 familias y 9 morfoespecies. A nivel de órdenes, los más representativos fueron Coleóptera y Ephemeroptera con dos morfoespecies cada una, mientras que el resto de órdenes (4) se llegó a registrar una morfoespecie para cada una. En lo que respecta a familias, todas (9) solo presentaron una sola morfoespecie.

Orden	Familia	Morfoespecie	Ab.
Coleóptera	Dytiscidae	*Laccophilus* sp.	3
Coleóptera	Elmidae	*Neoelmis* sp.	1
Díptera	Blephariceridae	*Limonicola* sp.	2
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes* sp.	5
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Thraulodes* sp.	6
Odonata	Libellulidae	*Macrothemis* sp.	7

Orden	Familia	Morfoespecie	Ab.
Plecóptera	Perlidae	*Anacroneuria* sp.	5
Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea* sp.	8
Trichoptera	Leptoceridae	*Grumichella* sp.	9
Coleóptera	Dytiscidae	*Laccophilus* sp.	3
6	**9**	**9**	**46**
Simbología: Ab: Abundancia			

Tabla 4. 103: Morfoespecies registradas para el punto de muestreo PMB6
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Dominancia – Diversidad

Como se mencionó anteriormente, en este punto de muestreo (PMB6) se registró un total de 46 individuos, los cuales mediante el análisis de la curva dominancia – diversidad de morfoespecies, la más representativa es *Grumichella sp.* con 9 individuos (Pi=20%) y *Smicridea* sp. con 8 individuos (Pi=17%). Mientras que el resto de morfoespecies (7), registraron entre uno y siete individuos, lo que significa que a partir de Pi=0,17 (17%) comenzó un descenso, como lo muestra el siguiente gráfico.

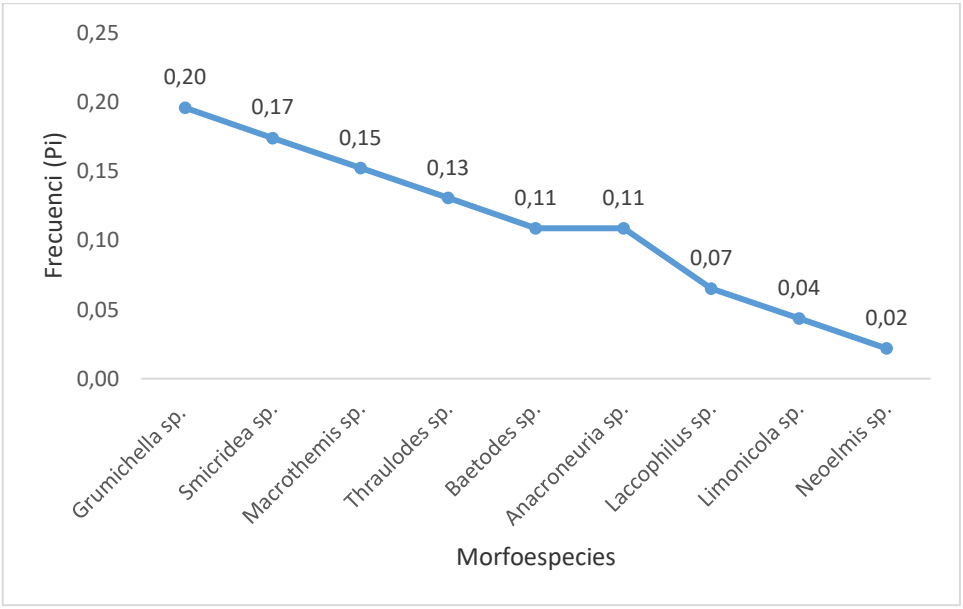


Figura 4. 107: Curva de Dominancia – Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos PMB6
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índices de Calidad Biológica de Agua

BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party)

En base a los resultados obtenidos al aplicar el índice de sensibilidad BMWP, los puntos de muestreo presentan una clase III (Aceptable). En síntesis, se observa una buena representatividad de macroinvertebrados, los mismo que sobresalen por su sensibilidad media/alta. Cabe mencionar a su vez, que los términos que se manejan sobre contaminación en el caso de cuerpos de agua de la región amazónica suelen darse por procesos naturales como son: Las variaciones de

temperatura que afectan a la solubilidad de sales y gases en agua y en general a todas sus propiedades, tanto químicas como microbiología; la fotosíntesis reduce el CO2 disuelto de un agua, mientras que la respiración de los organismos heterótrofos produce CO2 causando efectos contrarios (Cummins & Andrade, 2005).

Punto de Muestreo	Valor del BMWP/Col	Clase	Calidad	Significado
PMB1	89	III	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
PMB2	83	III	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
PMB3	67	III	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
PMB4	63	III	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
PMB5	74	III	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
PMB6	72	III	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
SIMBOLOGÍA: PMB: Puntos de Muestreo Bentos				

Tabla 4. 104: Índice BMWP aplicado para los diferentes puntos de muestreo
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índice EPT

Los resultados de la aplicación del índice de EPT al área de influencia, muestra que los cuerpos de agua poseen una representatividad de morfoespecies pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera, es así que los puntos de muestreo presentan calidades Buenas y Regulares.

Como se observa en la siguiente tabla, los puntos de muestreo PMB4 Y PMB6 poseen una calidad de agua muy buena, mientras que el punto PMB2 y PMB5 presenta valores de calidad de agua buena, mientras que PMB1 y PMB3 regular. Estos resultados se complementan con los resultados obtenidos con el índice de BMWP/Col, los cuales muestran valores de clase y calidad buena y aceptable, concluyendo así que los puntos de muestreo presentan cuerpos de agua en buen estado con niveles de contaminación bajos o ligeramente contaminados.

Punto de Muestreo	Total	% EPT	Calidad de agua
PMB1 Captación/Tanque de Carga	13	33%	Regular
PMB2 Captación/Tanque de Carga	29	52%	Buena
PMB3 Río Upano Conducción	13	39%	Regular
PMB4 Río Upano antes de la unión con Abanico	19	76%	Muy Buena
PMB5 Río Abanico antes de la unión con Upano	29	59%	Buena
PMB6 Unión del Río Upano con Abanico	40	87%	Muy Buena
SIMBOLOGÍA: PMB: Puntos de Muestreo Bentos			

Tabla 4. 105: Índice EPT
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Los valores del índice de EPT se pueden contrastar con los valores obtenidos de BMWP, el más notable se da en el punto de muestreo PMB1 (Captación/Tanque de Carga), el cual en el índice de BMWP da un resultado de agua aceptable y en EPT el resultado es de calidad de regular; estos resultados llegan a ser comunes para este tipo de sistema (sistema lótico), donde existe una corriente, la cual arrastra a los individuos, por ende la variabilidad de especies en todos los tramos de río van

a ser desde homogéneas (al haber arrastre de especies similares) y heterogéneas (al haber arrastre y perdida de especies); como es este caso el cual el porcentaje de EPT es de solo el 33% de las especies registradas para dicho punto, lo que indica el arrastre de este tipo de especies.

Aspectos Ecológicos

Los macroinvertebrados acuáticos se encuentran en muchos microambientes, estos pueden vivir sobre el fondo de lagos y ríos, enterrados en el fango y la arena, adheridos a troncos, vegetación sumergida o rocas, también nadando activamente dentro del agua o sobre la superficie de la misma y comprenden un grupo de amplia diversidad.

Según en los microambientes que viven, los macroinvertebrados reciben diferentes nombres. Aquellos que nadan activamente dentro del agua reciben el nombre de "necton", los que viven en el fondo o enterrados en él, reciben el nombre de "bentos" y aquellos que se desplazan sobre la superficie del agua se llaman "neuston", de este último podemos destacar a los insectos hemípteros como los más comunes (Roldán, 1992).

Entre el grupo de macroinvertebrados acuáticos podemos hacer mención a los grupos EPT (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera), los cuales como se mencionó anteriormente son indicadores de la calidad de agua, debido a que son muy sensibles a las aguas contaminadas. De los primeros (Ephemeroptera) viven regularmente en aguas que posean "corriente", limpias y bien oxigenadas y solo cierto número de morfoespecies pueden resistir cierto grado de contaminación. Plecóptera por su parte, se los encuentra en lagos y arroyos, cerca de vertientes, todas las morfoespecies son intolerantes a la contaminación y su presencia en corrientes o aguas es suficiente como indicador de buena a excelente calidad del agua. Mientras que Trichoptera viven en aguas limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal, a su vez algunas morfoespecies viven en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas, como los anteriores son buenos indicadores de calidad de agua (Roldán, 1988).

Nichos o Gremios Tróficos

En la estructura de las comunidades de insectos acuáticos, las relaciones tróficas son un elemento importante, ya que determinan todos los aspectos de la vida de los invertebrados, como los ciclos de vida, elección de hábitat, comportamiento o depredación; a su vez en procesos ecológicos como la circulación de nutrientes (Chara-Serna, Chará, Zuñiga, Pearson, & Boyero, 2010).

Los macroinvertebrados acuáticos, de acuerdo a su fuente de alimento se clasifican en cuatro categorías tróficas, las cuales son: omnívoros, detritívoros, herbívoros y carnívoros (Cummins & Andrade, 2005).

En el actual monitoreo, se registraron las siguientes categorías tróficas para los seis puntos de muestreo:

- **Detritívoros (De)**: Se alimentan de detritus (materia orgánica muerta) e incluyen fragmentadores (desmenuzadores), filtradores y recogedores (recolectores). Entre ellos se registraron a: *Heterelmis sp., Neoelmis sp., Bledius sp., Limonicola sp., Baetodes sp., Nanomis sp., Prebaetodes sp., Leptohyphes sp., Thraulodes sp., Grumichella sp.*

- **Carnívoros (Ca):** Los cuales se alimentan de otros animales, en los cuales se encuentran: *Anchytarsus sp., Heleocoris sp., Macrothemis sp., Corydalus sp., Anacroneuria sp.*

- **Raspadores (Ra):** Se alimentan de perifiton, entre ellos se encuentran: *Hexatoma sp., Molophilus sp.*

- **Colectores/Filtradores** (Cf): Entre ellos se encuentran: *Laccophilus sp., Leptonema sp., Smicridea sp.*

De todos los gremios tróficos registrados en los puntos de muestreo, el gremio trófico más representativo es Detritívoros con un valor del 47%, seguido por Carnívoros con el 26% al final se encuentran los Colectores/Filtradores y Raspadores con el 16% y 11% respectivamente, como se observa en el siguiente gráfico.

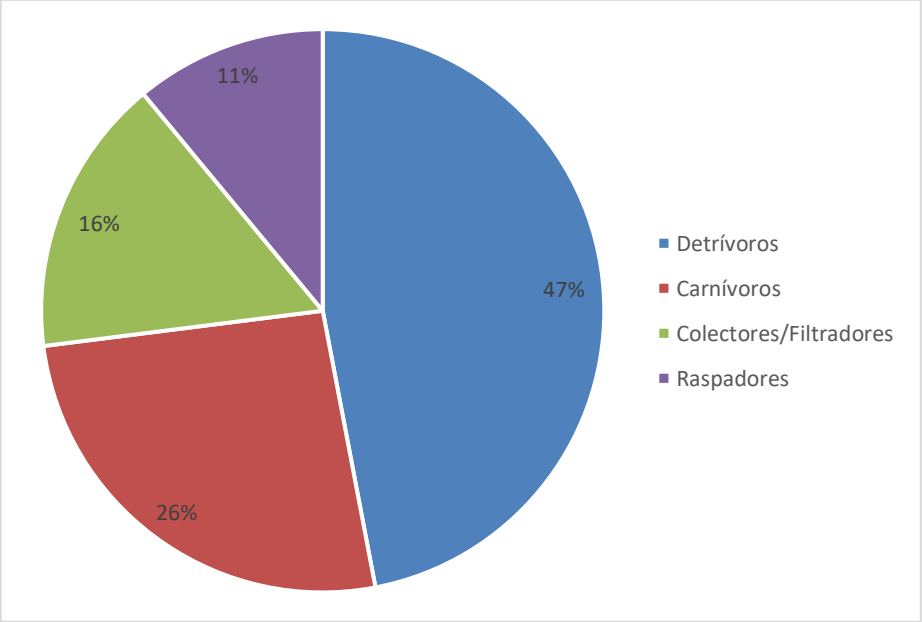


Figura 4. 108: Porcentaje de gremios tróficos registrados
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Morfoespecies de Interés

Como se menciona anteriormente los macroinvertebrados acuáticos son los mejores bioindicadores de calidad de agua; a su vez, en el Ecuador son considerados como el grupo con menos estudios, debido a esto no se cuenta con información para determinar la existencia de morfoespecies endémicas o amenazadas, pero en base a su sensibilidad se puede registrar morfoespecies de interés, las cuales destacan por su sensibilidad alta y en las cuales destacan: *Laccophilus sp., Anchytarsus sp., Limonicola sp., Thraulodes sp., Anacroneuria sp., Grumichella sp.* Estas especies se encuentran en ecosistemas con bajo grado de contaminación, ya que son muy sensibles a los mismos.

Sensibilidad de las especies

A continuación, se puede observar el grado de sensibilidad de cada una de las morfoespecies registradas en el área de estudio, cabe mencionar que dicha sensibilidad está dada por la tolerancia que estas presentan a los niveles de contaminación que puedan presentarse en los cuerpos de agua.

Orden	Familia	Morfoespecie	Sensibilidad
Coleoptera	Dytiscidae	*Laccophilus* sp.	Alta
Coleoptera	Elmidae	*Heterelmis* sp.	Media
Coleoptera	Elmidae	*Neoelmis* sp.	Media
Coleoptera	Ptilodactylidae	*Anchytarsus* sp.	Alta
Coleoptera	Staphylinidae	*Bledius* sp.	Media
Díptera	Blephariceridae	*Limonicola* sp.	Alta
Díptera	Tipulidae	*Hexatoma* sp.	Baja
Díptera	Tipulidae	*Molophilus* sp.	Baja
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes* sp.	Media
Ephemeroptera	Baetidae	*Prebaetodes* sp.	Media
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Leptohyphes* sp.	Media
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Thraulodes* sp.	Alta
Hemíptera	Naucoridae	*Heleocoris* sp.	Media
Megaloptera	Corydalidae	*Corydalus* sp.	Media
Odonata	Libellulidae	*Macrothemis* sp.	Media
Plecóptera	Perlidae	*Anacroneuria* sp.	Alta
Trichoptera	Hydropsychidae	*Leptonema* sp.	Media
Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea* sp.	Media
Trichoptera	Leptoceridae	*Grumichella* sp.	Alta

Tabla 4. 106: Sensibilidad de las morfoespecies registradas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

De las 25 morfoespecies registradas en el área de estudio, se determinó que 11 morfoespecies poseen una sensibilidad media con el 58%, seguido de seis morfoespecies de sensibilidad alta con el 32% y de sensibilidad baja dos morfoespecies con el 10%.De acuerdo a lo mencionado anteriormente se determina que los cuerpos de agua, de acuerdo al muestreo realizado presenta en su mayoría morfoespecies de sensibilidad alta y media (90% de las especies registradas), lo que representan cuerpos de agua en buen estado de

conservación. A continuación, se observa los niveles de sensibilidad registrados en el actual monitoreo.

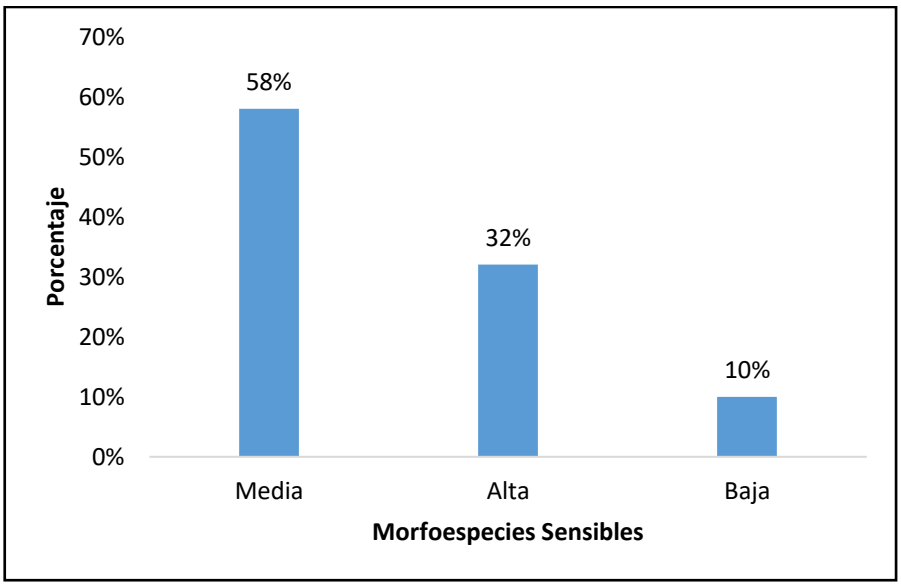


Figura 4. 109: Porcentaje de sensibilidad de las morfoespecies registradas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Estado de Conservación

Los macroinvertebrados acuáticos registrados en el área de estudio no se encuentran en las listas del Libro Rojo de la UICN (UICN, 2019) o en las listas CITES (CITES, 2019).

Conclusiones

- Se colectaron 249 individuos agrupados en 8 Órdenes, 15 familias y 19 morfoespecies. El Orden Coleoptera (escarabajos acuáticos) fue el más diverso con cinco morfoespecies, mientras que el Orden Ephemeroptera (efímeras) fue el más abundante.

- Las comunidades de macroinvertebrados registraron mayormente estructuras heterogéneas, medianamente diversas y dominadas por una o dos morfoespecies.

- Todos los puntos de monitoreo obtuvieron Diversidad Media, según los valores obtenidos con el Índice de Shannon-Wiener.

- En los puntos de muestreo se determinó que la curva de acumulación de especies de macroinvertebrados acuáticos, aún está en crecimiento y si se realizarían más muestreos en otras épocas climáticas del año, es muy probable que se alcance la diversidad local estimada por Chao 1, pues la estructura y composición de las comunidades de los macroinvertebrados acuáticos, tienden

a modificarse con el incremento o disminución del caudal hidrológico (Encalada & Ríos, 2011).

- Los puntos de muestreo del río Upano y Abanico presentaron una comunidad de macroinvertebrados distribuida en tres categorías tróficas donde dominaron los detritívoros. Los altos porcentajes de organismos detritívoros en todos los puntos de muestreo son característicos de ecosistemas heterotróficos, es decir, aquellos que transportan bastantes detritos en la corriente, sobre todo en la zona ribereña (Cummins, *et al*., 2005).

- Los puntos de muestreo evaluados, obtuvieron el dominio de taxones indicadores de Aguas de Mediana Calidad y de Sensibilidad Media, continuaron los organismos indicadores de Buena Calidad y de Sensibilidad Alta y finalmente estuvieron los organismos indicadores de Mala Calidad y de Sensibilidad Baja.

- Los puntos de muestreo se consideran áreas de Mediano Estado de Conservación y de Mediana Sensibilidad, según el diagnóstico de macroinvertebrados acuáticos.

4.4. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

Este es un estudio base, previo a la construcción de la Central Hidroeléctrica Hidroquest y Línea de Transmisión, donde se recogen los aspectos sociales, económicos, poblacionales, de relacionamiento e interrelacionamiento entre los diferentes actores que se asientan en la zona de influencia directa e indirecta del proyecto.

El fundamento central de este trabajo es establecer las condiciones socioeconómicas, políticas, culturales en las que se encuentra la zona, resaltando la información de la provincia de Morona Santiago, el cantón Morona y las parroquia Alshi – 9 de Octubre, en cuyos territorios se va a construir la Central Hidroeléctrica y la Línea de Transmisión, relievando los principales aspectos en los temas descritos y el cambio o los cambios que puedan producirse en esta zona en los aspectos señalados luego de la construcción de las obras de infraestructura señaladas, que constituyen el proyecto Hidroquest.

La descripción de los aspectos relevantes que, en el tema social, económico, cultural, hace de la Línea Base Social un documento importante dentro de todos aquellos que se deben realizar como componentes del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), Plan de Manejo Ambiental y Plan de Relacionamiento con las Comunidades.

Finalmente, el contenido del documento obedece a información secundaria lo que corresponde a la provincia y cantón y a información primaria en lo concerniente a la parroquia, recabada en territorio mediante la aplicación de encuestas (Ver modelo Anexo 5). En lo concerniente a las fuentes secundarias de las que se

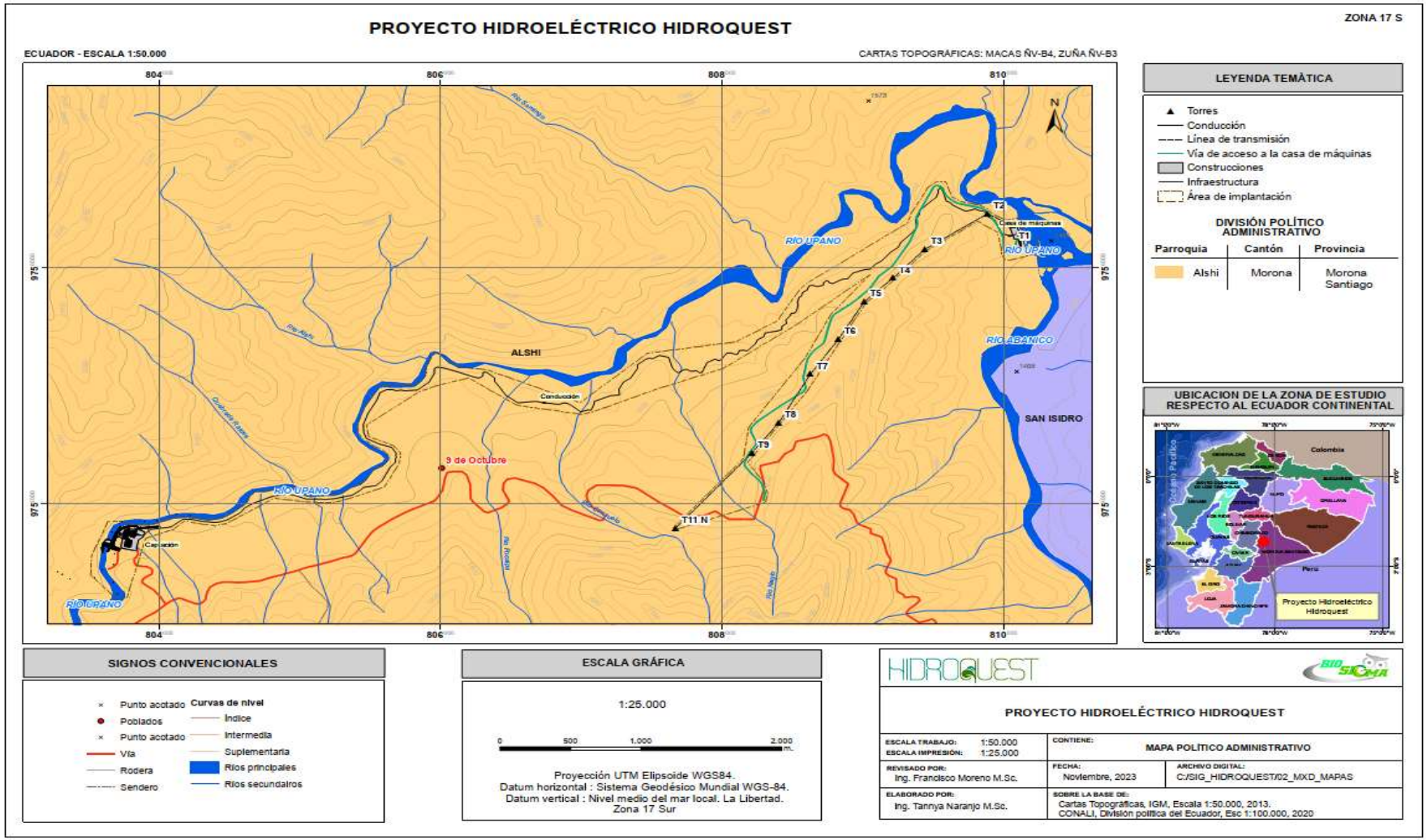
extrajo información relevante, se debe señalar al Censos Nacional de Población y Vivienda levantados en 2010, los Planes de Ordenamiento Territorial (PDOT), entre otra información relevante que se ha revisado. Otro detalle a destacar es la observación directa del equipo investigador y personal de apoyo en campo, que se describe a lo largo de este documento.

El Proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST se ubica en la Región Amazónica Ecuatoriana (Sur oriente) dentro de la Provincia de Morona Santiago, cantón Morona, Parroquia Alshi-9 de Octubre. A continuación, unas fotos del centro poblado de la parroquia Alshi – 9 de Octubre:

Figura 4. 110: Iglesia Parroquia Alshi

Figura 4. 111: Parroquia Alshi

A continuación se presenta un mapa con la ubicación del Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest, que nos permite tener una perspectiva donde se construirán las diferentes facilidades que conforman el proyecto.



Mapa 4. 125: Mapa Político Administrativo del área del proyecto
Fuente: CONALI 2020
Elaboración: Equipo consultor

4.4.1 EXTENSIÓN GEOGRÁFICA DE COBERTURA DEL PROYECTO

El área de estudio comprende 1 parroquia, Alshi – 9 de Octubre del cantón Morona, provincia de Morona Santiago. Territorios donde se construirá la central hidroeléctrica y áreas por donde atravesará la Línea de Transmisión (LT) y que se define como el Área de Influencia Directa (AID), todo dentro de la misma jurisdicción territorial.

Es preciso señalar que, el proyecto se inicia en el área de descarga de Hidronormandía, que a la vez se constituye en el área de captación de Hidroquest, por lo que para la construcción de esta facilidad estructural no habrá intervención de nuevas áreas de terreno.

Para efectos del estudio se ha tomado en cuenta, principalmente en el levantamiento de información a la cabecera parroquial, principalmente para cumplir con el respeto a las autoridades de la jurisdicción territorial señalada.

4.4.2 ADQUISICIÓN DE TIERRAS PARA EL PROYECTO

La construcción del proyecto implica cuatro facilidades o instalaciones y es en función de ello que se ha preparado un cuadro para cada una y es lo que se presenta a continuación, con una descripción del estado legal o situacional de los predios.

	PROPIETARIO	TÍTULO DE PROPIEDAD (SI - NO - TRÁMITE)	HEREDEROS	OBSERVACIONES
1	Mario Salvador Entzacua Chapaiqui	Si	N/A	Propiedad adquirida por HQ

Tabla 4. 107: Propietarios, tenencia de la tierra Casa de Máquinas
Fuente y elaboración: HIDROQUEST

Como se puede observar en el cuadro, toda el área requerida para la construcción de la Casa de Máquinas ha sido adquirida por Hidroquest, por lo que el requerimiento está cumplido y finiquitado en términos legales.

	PROPIETARIO	TÍTULO DE PROPIEDAD (SI - NO - TRÁMITE)	HEREDEROS	OBSERVACIONES
1	Rocío Gimena Chacha Paguay	SI	N/A	Propiedad adquirida por HQ
2	Angelita Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
3	Raúl Elías Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
4	William Chacha	Si	N/A	En negociación
5	Ángel Eulogio Chacha Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
6	Claudia Chacha Chacha,	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
7	René Germán Chacha Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
8	Lilian Marisol Chacha Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
9	Lucio Edison Chacha Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
10	Ulbio Ramiro Chacha Castro	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
11	Josefina Vinza	si	Si	En negociación
12	Julio Barba	Si	N/A	Propiedad adquirida por HQ

	PROPIETARIO	TÍTULO DE PROPIEDAD (SI - NO - TRÁMITE)	HEREDEROS	OBSERVACIONES
13	Ángel Rafael Arteaga	No	N/A	En negociación
14	Carmita Chacha	No	N/A	En negociación
15	Jaime Vinza	No	N/A	En negociación
16	Agustín Vinza	No	N/A	En negociación
17	Darwin Vinza	No	N/A	En negociación
18	Jesús Vinza	si	N/A	En negociación
19	Víctor Chucay	No	N/A	En negociación
20	Mario Patricio Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
21	Raúl Cabrera	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
22	Milton Cabrera	No	N/A	En negociación
23	Francisco Vinza	si	N/A	En negociación
24	Miguel Vinza	No	N/A	En negociación
25	Zoila Chacha	No	N/A	En negociación
26	Julio Barba	si	N/A	Propiedad adquirida por HQ
27	Silvana Barba	no	N/A	Propiedad adquirida por HQ
28	Lourdes Chucay	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
29	Rita Vinza	No	N/A	En negociación
31	Leonardo Vinza y María Barba	No	N/A	En negociación
32	Rafael Chacha	Si	N/A	En negociación
33	Nancy Molina	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ

Tabla 4. 108: Propietarios, tenencia de la tierra línea de conducción
Fuente y elaboración: HIDROQUEST

En el trabajo realizado, se ha podido identificar que la Línea de Conducción o Línea de Carga, que es la que va a conducir el agua para la generación, se han identificado 35 propietarios, de los que, 16 ya han sido adquiridos por Hidroquest. Con los 26 restantes se están iniciado proceso de socialización para que tengan conocimiento de que el Proyecto va a pasar por sus predios y se iniciarán las negociaciones respectivas.

	PROPIETARIO	TÍTULO DE PROPIEDAD (SI - NO - TRÁMITE)	HEREDEROS	OBSERVACIONES
1	Mario Salvador Entzacua Chapaiqui	Si	N/A	Propiedad adquirida por HQ
2	Nancy Molina	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
3	Rafael Chacha	Si	N/A	En negociación
4	Fabiola Abril	Si	N/A	En negociación
5	Jimmy Chacha	No	N/A	En negociación
6	Abdón Chacha	No	N/A	En negociación
7	Jimmy Chacha	No	N/A	En negociación
8	Francisco Vinza	No	N/A	En negociación

Tabla 4. 109: Propietarios, tenencia de la tierra LT/Vía
Fuente y elaboración: HIDROQUEST

Se identificaron 9 propietarios, de ellos con 3 se han cerrado la negociación de propiedades.

Proceso de liberación de terrenos.- Para el proceso de liberación se procede de la siguiente manera:

- Una vez se dispone del informe de reconocimiento previo se establecen las condiciones de negociación en función de las características encontradas en el predio.
- Se procede a realizar el acercamiento a cada uno de los propietarios de los predios a adquirir con el fin de negociar su compra.
- El equipo técnico, en lo posible, negocia primeramente las áreas donde se ubicarán las facilidades principales para posteriormente negociar las propiedades correspondientes a las áreas adicionales de requerirse.
- La negociación se realizará en función de montos validados en tablas oficiales y acorde al procedimiento que defina el equipo negociador, utilizando como insumo el informe de reconocimiento inicial realizado.
- Conforme se ejecutan las negociaciones y una vez llegados a acuerdos de compra-venta, el equipo procede a establecer las herramientas técnico legales pertinentes que permitan la legalización de predios a nombre de HIDROQUEST.

4.4.3 CÁLCULO POBLACIONAL PARROQUIAL

Como se ha señalado antes, la construcción total de este proyecto se realizará en la parroquia Alshi – 9 de Octubre, por lo que, la población, en términos numéricos corresponde a la sumatoria de los resultados totales censales de 2010 de esta parroquia, que, en términos generales también corresponde a la sumatoria de la población del Área de influencia directa e indirecta.

La sumatoria de hombres es de doscientos treinta y ocho (238) hombres y ciento ochenta y siete mujeres (187) mujeres, que suman una población total de cuatrocientos veinticinco (425) habitantes.

PARROQUIA	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
ALSHI – 9 DE OCTUBRE	238	187	425
TOTAL	238	187	425

Tabla 4. 110: Población parroquial
Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010.
Elaboración: Equipo consultor

4.4.4 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

En los siguientes acápites, se presenta, de manera estructurada pero sintética, las principales acciones y actividades que se realizaron con orientación a la consecución de la información necesaria para la elaboración del presente estudio.

- **Trabajo de Campo – Trabajo en Territorio**

Para la elaboración del presente estudio, el trabajo en territorio, constituye la piedra angular en el recogimiento de la información necesaria para la elaboración de este documento.

Se conformaron equipos de trabajo con encuestadores que fueron aplicando el instrumento por los sitios poblados más relevantes por donde se ha diseñado la construcción de las diferentes facilidades: línea de conducción, casa de máquinas, línea de transmisión y vía de acceso a facilidades y casa de máquinas.

Además de la aplicación de este instrumento, se realizó trabajo de información directa y diálogo con pobladores, algunos dirigentes de las parroquias y autoridades, trabajo coordinado por una persona encargado de organizar el trabajo con cada uno de los miembros.

Se recogieron algunas percepciones, con respecto a la latencia y potencialidad de escalamiento de conflictos, aspecto central a tener en cuenta, con relación al comportamiento de los pobladores, en las fases de negociación del "derecho de vía" y de la construcción de la obra civil de la central hidroeléctrica y de la línea de transmisión.

- **Trabajo de Campo – Instrumentos**

El levantamiento de información se realizó mediante la aplicación de tres técnicas: a) aplicación de una encuesta en la parroquia Alshi – 9 de Octubre; b) Diálogos con representantes de comunidades, dirigentes que podían ofrecer alguna información, principalmente de orden cualitativo, como el tema de percepciones; c) Observación directa (En Anexo 5 se encuentra el formato de la ficha aplicada)

A continuación, un cuadro resumen que contiene la aplicación de la ficha por parroquia:

PARROQUIA	ENCUESTAS
ALSHI – 9 DE OCTUBRE	30
TOTAL:	30

Tabla 4. 111: Población parroquial
Fuente y elaboración: Equipo consultor

El número de encuestas aplicadas corresponde a un número relevante de pobladores que tienen alguna relación directa o indirecta con los sitios donde se construirán las facilidades de Hidroquest.

Cabe insistir que la aplicación de las fichas recoge información suficiente para cubrir la información necesaria del presente estudio y sumando la información poblacional que proviene de los Censos Nacionales del 2010 y alguna información de los PDOT y otras fuentes secundarias.

- **Trabajo de Gabinete**

El trabajo se estructuró en dos partes: a) Trabajo de revisión de información secundaria con respecto a datos relevantes de la provincias, cantón y parroquia donde se construirá la central hidroeléctrica y sus facilidades; b) el trabajo de procesamiento de la información levantada en campo; c) la redacción del documento final.

- **Variables de Estudio**

- Histórico: una descripción de información relevante de la provincia, cantón y parroquia, antes descritas; con elementos como su creación oficial dentro de la estructura política – administrativa del Estado ecuatoriano.

- Social: se relieva los aspectos sociales más importantes como tipo de grupos de composición humana de quienes habitan en el área. Se recoge información de los PDOT y del levantamiento de información en campo, también de los censos nacionales del 2010.

- Económico: recoge, fundamentalmente, de las actividades de dedicación de los pobladores para la obtención de ingresos necesarios para la reproducción social y humana, de quienes trabajan o ejercen algún tipo de actividad económica y su familia. Se recoge información de los PDOT y del levantamiento de información en campo, también de los censos nacionales del 2010.

- Demográficos: Se trabajó con los censos nacionales del 2010, que son los únicos, con carácter oficial y más recientes con los que se cuenta, puesto que el Ecuador, entre otras razones por la pandemia, tuvo que postergar la realización del censo, originalmente programado para el 2020[4]. Con la información censal se ha trabajado, toda la información demográfica escrita en este trabajo.

- Indicadores complementarios: se ha trabajado sobre algunos indicadores como educación, salud, con información básica, tomando en cuenta que es una línea base social y no un estudio exhaustivo, sobre temas específicos, que provienen de los censos nacionales del 2010 y de los PDOT.

4.4.5 LÍDERES Y AUTORIDADES

En los siguientes cuadros se consigna la información con respecto a las autoridades de la provincia, cantón y parroquia, los cuadros, el uno corresponde a autoridades de elección popular y el otro cuadro a autoridades designadas, políticas, incluyendo las de organización popular.

[4] Naciones Unidas, dentro del tema poblacional ha hecho la recomendación a todos sus países miembros que se hagan censos nacionales en años terminados en "Cero", realidad que no ha podido ser cumplida por muchos países, incluido el Ecuador.

AUTORIDAD	NOMBRES	CORREO/TELÉFONO	OBSERVACIONES
Prefecto provincial	Tiyua Uyunkar	comunicacion@moronasantiago.gob.ec /072700116	Electo en 2023
Alcalde de Morona	Francisco Andramuño	info@morona.gob.ec /072700143	Electo en 2023
Presidente GAD Alshi – 9 de Octubre	Eulalia Chacha	gadalshi9deoctubre@hotmail.com 073046291	Electo en 2023

Tabla 4. 112: Autoridades de elección popular
Fuente: CNE
Elaboración: Equipo consultor

4.4.6 PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO

4.4.6.1 Aspectos históricos

La provincia de Morona Santiago se asienta en la parte centro – sur de la región amazónica, limita al norte con la provincia de Pastaza y Tungurahua, al sur con la provincia de Zamora Chinchipe, al oeste con las provincias de Tungurahua, Chimborazo, Cañar y Azuay y al este con las provincias de Condorcanqui y Datem del Marañón del Perú, tiene como cabecera provincial al cantón Morona, cuya cabecera cantonal es la ciudad de Macas.

La provincia de Morona Santiago, desde inicios de la época republicana, forma parte de la provincia de Azuay, conjuntamente con Chimborazo, Cañar, Azuay, Loja y Zamora Chinchipe. El 10 de noviembre de 1953 se constituye como provincia independiente; siendo una de las provincias amazónicas más antiguas, en términos de colonización, con la instauración de misiones religiones, primero con jesuitas y posteriormente con los salesianos.

La provincia de Morona Santiago es la cuna de tres nacionalidades o pueblos originarios muy importantes en la historia del país: los Shuar, Achuar y Shiwiar, con raíces lingüísticas tucano – orientales.

La provincia de Morona Santiago en términos administrativo – políticos está constituida por 12 cantones, en orden alfabético son los siguientes: Gualaquiza, Huamboya, Limón Indanza, Logroño, Morona, Pablo Sexto, Palora, San Juan Bosco, Santiago de Méndez, Sucúa, Taisha y Tiwinza, las dos últimas son las de más reciente creación.

4.4.6.2 Turismo

La provincia de Morona Santiago es una provincia con un número importante de atractivos turísticos, la mayoría de ellos no aprovechados o de aprovechamiento parcial, con una enorme biodiversidad, con una riqueza étnica y un número importante de atractivos turísticos.

A continuación, del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Morona Santiago (2019), enlistamos lo que se destaca allí y se añaden otros de conocimiento popular en la provincia:

- Parque Nacional Sangay
- Río Upano
- Grupos étnicos Shuar, Achuar y Shiwiar
- Avistamiento de aves
- Turismo y actividad científica
- Turismo de aventura, prácticamente en todos los ríos de ceja de montaña
- Turismo Shamánico con visitas a centros de purificación
- La Cueva de Los Tayos
- La catedral de la Purísima de Macas
- Cascadas de Kintia Panki
- Cumbres de Arutam
- Lagunas de Sardinasyacu
- Bosque de los Copales.

Cabe anotar que en las páginas de internet se pueden encontrar estas y otras actividades de turismo, promovidas por empresarios privados dedicados a esta actividad, que en muchos casos son sitios de recreación.

4.4.6.3 Indicadores socioeconómicos

Los indicadores que se presentan a continuación son los editados en el PDOT de la provincia de Morona Santiago, pero que la fuente original corresponde al Censo Nacional de Población y Vivienda del 2010.

Los factores más relevantes a resaltar, es que, del total de la PEA, el 43% se dedican a la actividad agropecuaria, lo que equivale a algo más de 5 veces con respecto a las actividades que ocupan el segundo y tercer lugar: administración pública y defensa y construcción.

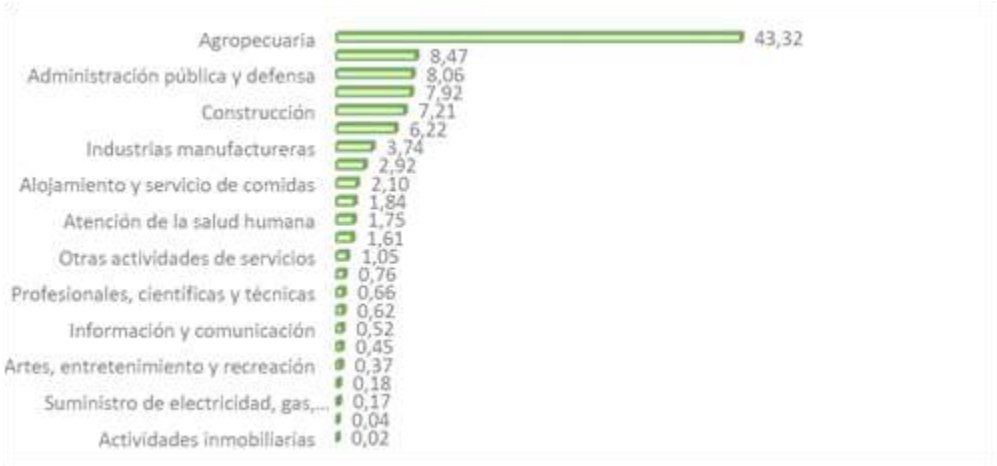


Figura 4. 112: Actividades económicas Morona Santiago
Fuente: INEC Censo 2010
Elaboración: Equipo consultor

Cabe anotar que, actividades relacionadas a los servicios profesionales, científicos y técnicos, tienen un valor inferior al 1%, donde también se encuentran las actividades de comunicación e información, lo que evidencia que hay poco espacio laboral para este tipo de actividades profesionales.

Si bien entrado en esta centuria y milenio las condiciones de infraestructura material de la provincia como vías de acceso, infraestructura en salud, educación ha mejorado, sin embargo, la composición en cuanto a las actividades económicas no ha variado, desde hace más de un siglo.

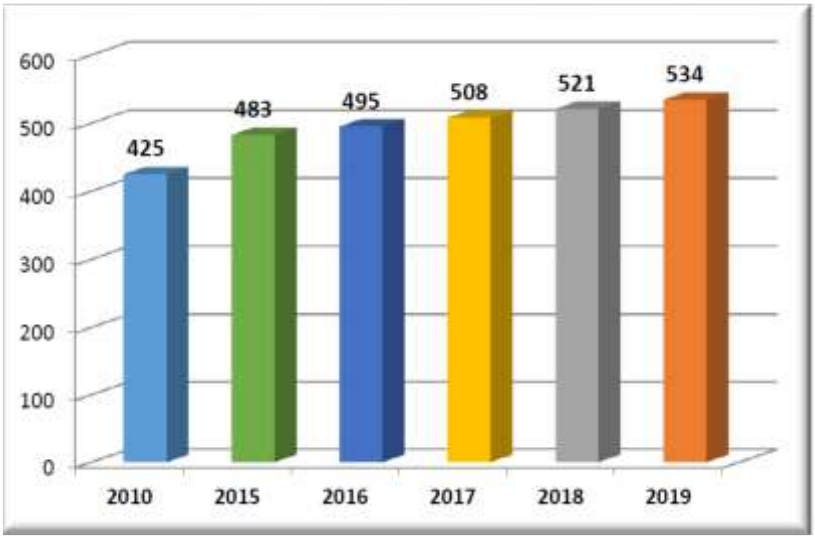


Figura 4. 113: Proyección poblacional Morona Santiago
Fuente: Alineación PDOT 2017-2021 Alshi
Elaboración: Equipo consultor

La población mestiza es la predominante dentro de la parroquia Alshi-9 de Octubre con el 94%, quienes en su mayoría llegaron de las poblaciones de Chanalá, San Vicente, Chillán, Playas, por temporadas de agricultura.

Autoidentificación	Casos	%
Indígena	13	3,06%
Afroecuatoriano/a Afrodescendiente	4	0,94%
Mestizo/a	400	94,12%
Blanco/a	8	1,88%
Total	425	100,00%

Tabla 4. 113: Identificación étnica Parroquia Alshi
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Los pobladores mestizos tienen gran presencia en la parroquia porque fueron ellos quienes a principios de la década de los sesenta se movilizaron al territorio para cultivar las tierras y quienes fueron los primeros en fundar la parroquia.

El Grupo Étnico dentro de la parroquia es principalmente el Shuar debido a que estos habitantes se movilizan a Alshi-9 de Octubre para realizar actividades especialmente en agricultura y ganadería, de todas maneras cabe destacar la baja presencia de población indígena en el área, apenas 13 pobladores.

4.4.6.4 Demografía y población

Según datos del último censo de población y vivienda (INEC 2010), en la Provincia de Morona Santiago, habitan 147.940 personas; de las cuales 73.091 son mujeres y 74.849 son hombres, tal como se resume en la siguiente tabla:

Grupos de edad	Sexo		Total
	Hombre	Mujer	
Menor de 1 año	2194	2051	4245
De 1 a 4 años	9018	8748	17766
De 5 a 9 años	10460	10738	21198
De 10 a 14 años	9953	9459	19412
De 15 a 19 años	8521	7936	16457
De 20 a 24 años	6400	6301	12701
De 25 a 29 años	5538	5340	10878
De 30 a 34 años	4185	4307	8492
De 35 a 39 años	3666	3806	7472
De 40 a 44 años	3164	3188	6352
De 45 a 49 años	2882	2746	5628
De 50 a 54 años	2301	2143	4444
De 55 a 59 años	1798	1707	3505
De 60 a 64 años	1551	1464	3015
De 65 a 69 años	1252	1265	2517
De 70 a 74 años	842	767	1609
De 75 a 79 años	496	479	975
De 80 a 84 años	334	350	684
De 85 a 89 años	194	168	362
De 90 a 94 años	77	85	162
De 95 a 99 años	18	35	53
De 100 años y más	5	8	13
Total	74849	73091	147940

Tabla 4. 114: Estructura poblacional por edad Morona Santiago
Fuente: INEC Censo 2010
Elaboración: Equipo consultor

El grupo de edad más representativo, en cuanto a número de habitantes es el de las edades comprendidas entre los 5 a 9 años con 21.198 habitantes y con una distribución homogénea de hombres y mujeres (10.460 – 10.738 respectivamente); seguido del grupo de edad comprendido entre los 10 y 14 años, con 19.412 pobladores (9.953 hombres y 9459 mujeres).

La PEA (Población Económicamente Activa) de la provincia es de 78.944 personas que corresponde al 53,40% de la población total, esto significa que más del 50% de la población está en edad laboral. La concentración poblacional está en las primeras 6 (0 -29) cohortes con el 60,39% de la población, lo que confirma que la población de Morona Santiago, a pesar, del incremento de la esperanza de vida, es mayoritariamente joven. En la siguiente pirámide poblacional se muestra la relación de la población por género y grupos quinquenales de edad.

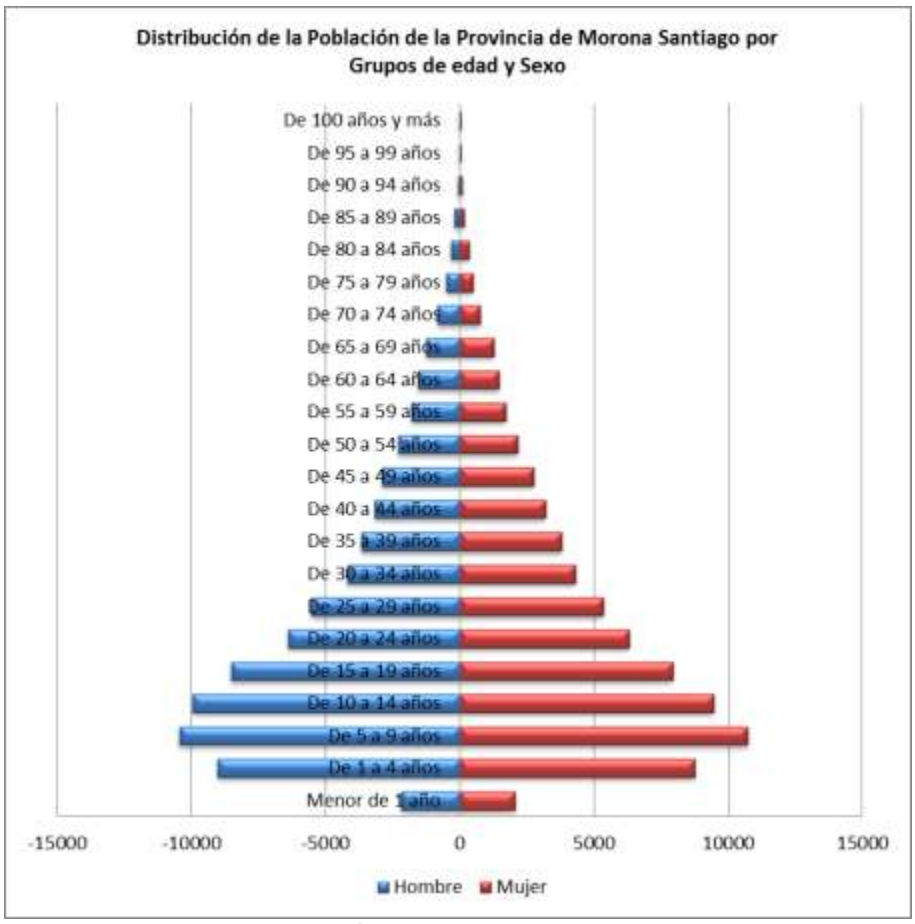


Figura 4. 114: Pirámide poblacional Morona Santiago
Fuente: INEC Censo 2010
Elaboración: Equipo consultor

La distribución de la población en la pirámide es homogénea, lo que significa que hay una distribución equitativa en cuanto a las diferentes cohortes y sexo.

Además, se puede decir que el crecimiento poblacional es "natural", esto quiere decir que no hay factores exógenos que influyan, principalmente, en el volumen poblacional. También se puede observar que existe una tendencia hacia la "segunda transición demográfica", esto quiere decir que, con respecto al pasado poblacional de la provincia, hay una reducción de la fecundidad general y un aumento de la esperanza de vida.

Por lo que se puede concluir que las variables de migración (emigración e inmigración), no influyen en la composición poblacional de la provincia. Incluso en la actualidad este factor no ha tenido importancia, puesto que, la migración venezolana, es transitoria, de paso.

La autoidentificación étnica de la población de la provincia de Morona Santiago, de acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, es de 48% indígenas y 47% mestizos, dejando un 2% para otros grupos humanos de menor volumen poblacional, como los afrodescendientes.

4.4.7 CANTÓN MORONA

4.4.7.1 Aspectos históricos

El cantón Morona, con su cabecera parroquial, son la capital de la provincia de Morona Santiago. El cantón tiene una extensión de 5095 km² (kilómetros cuadrados); sus límites son: al norte con los cantones Huamboya y Pablo Sexto, al sur con los cantones Sucúa y Logroño, al oeste con la provincia de Chimborazo y al este con el cantón Taisha.

El cantón está conformado por 1 (una) parroquia urbana, Macas) que como se anotó es cabecera cantonal y provincial) y 8 parroquias rurales: Alshi – 9 de Octubre, General Proaño, San Isidro, Sevilla Don Bosco, Sinaí, Cuchaesntza, Río Blanco, Zuñac (en algunos documentos consta como Zuña).

Macas obedece su nombre a un grupo poblacional denominados Macas, que probablemente vinieron de la parte occidental de la provincia de Cañar. Hacia los años 1658, se construye un enclave territorial español, que le denominan Macas; posteriormente, en el año 1845, Macas pasa a ser un cantón de la provincia de Chimborazo; para 1861 pasa a ser del cantón Sangay; Con el aparecimiento de la ley de División Política y Territorial (1897-98), nuevamente pasa a formar parte de la provincia de Chimborazo. En 1920, ya en la era republicana, Macas llega a ser cabecera del cantón Morona y capital de la provincia de Santiago Zamora; posteriormente con la separación de la provincia de Zamora, en 1929, se constituye como la cabecera cantonal y provincial de la provincia de Morona Santiago. Como creación del cantón Morona, se establece el 29 de mayo de 1860.

4.4.7.2 Turismo

En cantón Morona es una zona del país como muchos sitios de interés turístico, no únicamente de paisajes, sino de naturaleza y de grupos humanos. Detallamos una selección de sitios, eventos y grupos que pueden ser visitados:

- Centro urbano de Macas
- Catedral Purísima de Macas
- Museo de la Casa de la Cultura, núcleo de Morona Santiago
- Río Upano, valle y playas del río Upano
- Cascada de Cugusha
- Bosque protector Kutucú – Shaimi
- Bosque de Copales
- Cascada de Alto Macuma
- Cascada de Musap
- Parque Nacional Sangay y volcán Sangay
- Lagunas de Sardinayacu
- Comunidades de nacionalidades shuar, achuar y shiwiar

4.4.7.3 Indicadores socioeconómicos

Conforme la información recogida en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Morona y que de manera gráfica se presenta en la siguiente diapositiva, las actividades relacionadas con la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca ocupan el primer lugar con 4.966 personas, de la PEA.

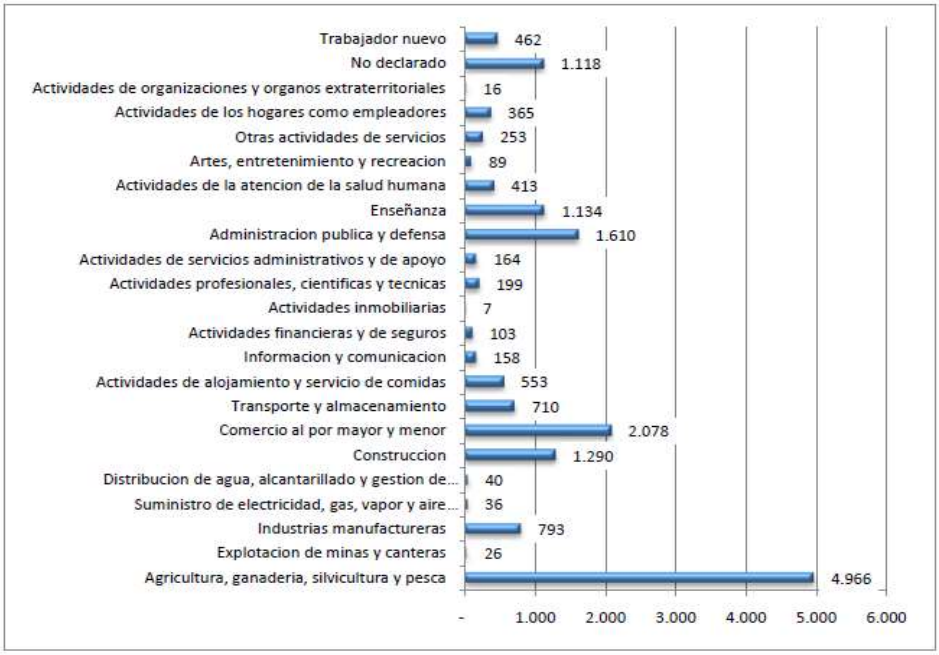


Figura 4. 115: Actividades económicas Cantón Morona
Fuente: PDOT Cantón Morona
Elaboración: Equipo consultor

En segundo lugar, de destacan las actividades comerciales con 2.070 personas de la PEA y recién en el tercer lugar encontramos a lo que se ha definido como administración pública y defensa, donde se contienen las personas que se dedican al servicio público en sus diferentes aparatos de gobierno: central, descentralizado, autónomo, de justicia e incluye a las fuerzas armadas y policía. Un número importante de personas se dedican a la construcción con 1.290 personas de la PEA. Todas las demás actividades como comunicación, alojamiento, alimentación, financiero (bancos), actividades inmobiliarias, tienen número debajo de las 1.000 personas de la PEA que se dedican a alguna actividad remunerada. Con esta información se puede concluir, que las actividades centrales de la economía pública y privada del cantón Morona, gira en torno a la agricultura y ganadería. Cuando se realizó el recorrido por la provincia, el cantón y la parroquia, se puede evidenciar, incluso de manera visual, esta preeminencia.

4.4.7.4 Demografía

De acuerdo a la información que provee en censo nacional de población y vivienda 2010, el cantón Morona, la población actual es de 41.155 habitantes; de los cuales

20.611 son hombres y 20.544 son mujeres; el grupo de edad con mayor población es la comprendida entre los 5 y 9 años con 5.434 habitantes.

Grupos quinquenales de edad	Sexo		
	Hombre	Mujer	Total
Menor de 1 año	510	480	990
De 1 a 4 años	2317	2277	4594
De 5 a 9 años	2686	2748	5434
De 10 a 14 años	2584	2578	5162
De 15 a 19 años	2320	2307	4627
De 20 a 24 años	1885	1949	3834
De 25 a 29 años	1691	1618	3309
De 30 a 34 años	1325	1315	2640
De 35 a 39 años	1090	1140	2230
De 40 a 44 años	922	956	1878
De 45 a 49 años	835	806	1641
De 50 a 54 años	673	608	1281
De 55 a 59 años	518	503	1021
De 60 a 64 años	439	404	843
De 65 a 69 años	316	350	666
De 70 a 74 años	213	203	416
De 75 a 79 años	122	122	244
De 80 a 84 años	82	91	173
De 85 a 89 años	49	51	100
De 90 a 94 años	27	31	58
De 95 a 99 años	6	6	12
De 100 años y más	1	1	2
Total	20611	20544	41155

Tabla 4. 115: Estructura poblacional por edad y sexo Cantón Morona
Fuente: INEC Censo 2010
Elaboración: Equipo consultor

La PEA (Población Económicamente Activa del cantón Morona es de 23.304 personas, que corresponde al 53,62% de la población total del cantón morona; de las cuales, de acuerdo al PDOT del cantón, 16.583 están integradas a alguna actividad económica.

La concentración poblacional se da en las cohortes o grupos poblacionales de edad de 0-39 años con el 79,7% de la población total, lo que nos indica, que la población del cantón es fundamentalmente joven.

Un detalle importante a resaltar es que el IM (índice de masculinidad), que es la relación matemática entre hombres y mujeres está muy cercana a 1, eso significa, una casi relación perfecta en la distribución poblacional por sexo, es decir, por cada hombre una mujer. De manera visual, en los números se puede ver alguna diferencia, pero en el cálculo matemática, esto, prácticamente desaparece.
IM=1,0033

De manera gráfica, la distribución poblacional por edad y sexo, se puede observar en la Pirámide Poblacional, que nos muestra una distribución simétrica, esto corresponde, entre otros datos, a que el IM anotado arriba es cercano a 1.

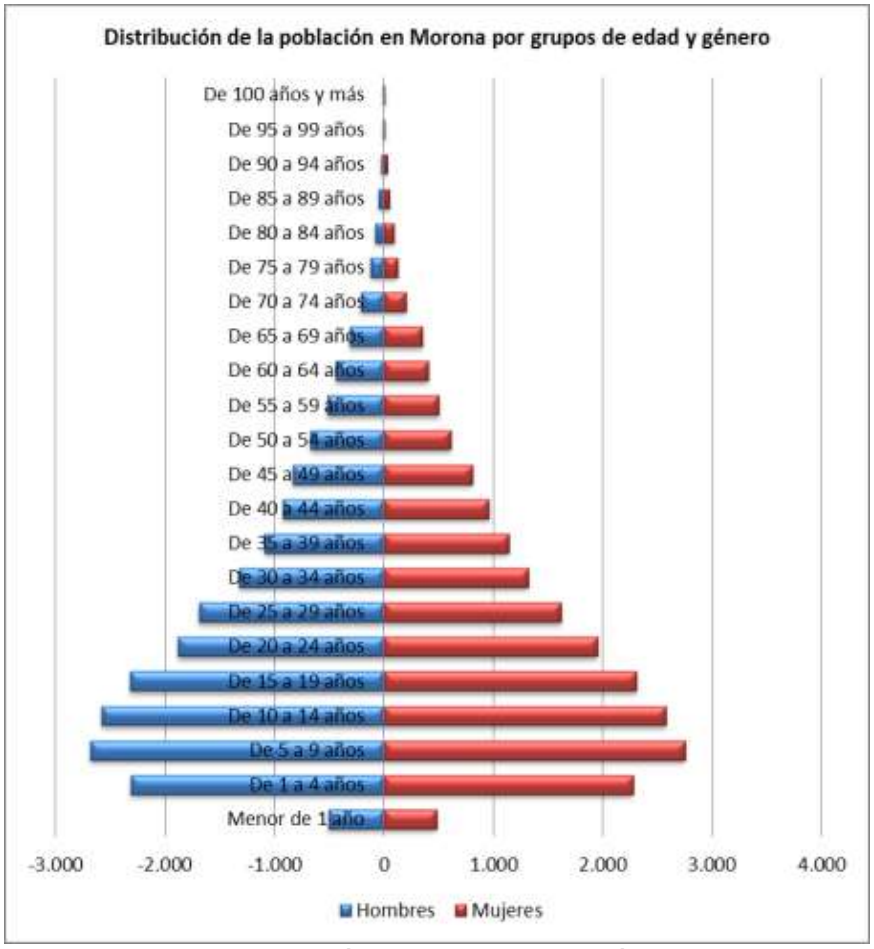


Figura 4. 116: Pirámide poblacional Cantón Morona
Fuente: INEC Censo 2010
Elaboración: Equipo consultor

También implica, que el crecimiento poblacional, es fundamentalmente natural, esto quiere decir, sin influencia de factores exógenos, como las migraciones: inmigración, emigración; esto en cuanto a los números, aunque en la realidad se pueda encontrar gente que ha emigrado e inmigrado.

Por otro lado, se puede observar que la estructura poblacional recorre hacia la Segunda Transición Demográfica, esto significa, que se ha reducido la mortalidad general y que ha aumentado la esperanza de vida, que a su vez implica, cambios en la forma de vida, mejoras en las condiciones sanitarias y de salud, en general, mejoras en las condiciones de vida del cantón.

4.4.8 PARROQUIA ALSHI – 9 DE OCTUBRE

4.4.8.1 Aspectos históricos

La parroquialización de Alshi – 9 de Octubre, se encuentra publicada en el Registro Oficial con el número 66 del 26 de enero de 1962; su primeros moradores, provenientes de las provincias del Azuay y Chimborazo, vienen a ser los fundadores. Tanto en el trabajo de campo, en conversaciones con autoridades

y personas de mayor edad, no se pudo establecer la procedencia del nombre "Alshi", obviamente tampoco su origen lingüístico, ya que su población es inmigrante, lo que sí se pudo descartar es que la palabra no proviene del kichwa.

En todo caso, lo que se puede establecer es que es patronímico, puesto que hay un río con ese nombre, que cruza junto a la cabecera parroquial. El pueblo tiene prácticamente dos fiestas, una cívica y otra religiosa: el 9 de octubre (día de su fundación y fiesta patria) y 8 de diciembre que se celebra la fiesta religiosa de la Sagrada e Inmaculada Concepción, al decir de sus moradores.

La parroquia Alshi - Nueve de Octubre está ubicada al Noroeste del Cantón Morona, Provincia de Morona Santiago; comprende una superficie de 227,2 Km2. La distancia desde la cabecera cantonal es de 27,5 Km.

La Parroquia limita al Norte: la Parroquia Sinaí (Parque Nacional Sangay desde el Río San Francisco desde sus nacimientos en la cordillera central de los Andes, hasta la confluencia del Río Tablas en el mismo Río Upano, de aquí aguas arriba hasta la cima de la cordillera, desde este punto en línea imaginaria al Río Sangay.)

Al Este: las parroquias San Isidro, Proaño y Macas, al Sur: La parroquia Río Blanco. Al Oeste: la parroquia Zuñac.

4.4.8.2 Turismo

En la actualidad, el turismo y las zonas de interés turístico en la parroquia son muy pocos, de hecho, el PDOT de la parroquia, solo identifica los siguientes:

- Parque Nacional Sangay
- Bosque Protector Abanico
- Mirador Loma del Tigrillo
- Río Upano

En la visita de campo, los pobladores añaden como sitios de interés, con potencialidad turística a las centrales hidroeléctricas de Normandía y Abanico y un Parque Acuático y Recreacional, que no está estructurado como tal.

4.4.8.3 Demografía

Para el 2010, año en que se realiza el V censo nacional de población y vivienda, la población total de la parroquia Alshi – 9 de Octubre es de 425 habitantes, repartidos entre 238 hombres y 187 mujeres, lo que corresponde al 56% y 44%, respectivamente.

Grupos quinquenales de edad	Sexo		
	Hombres	**Mujeres**	**Total**
Menor de 1 año	4	2	6
De 1 a 4 años	26	12	38
De 5 a 9 años	26	27	53
De 10 a 14 años	24	26	50
De 15 a 19 años	20	18	38
De 20 a 24 años	19	13	32
De 25 a 29 años	27	17	44
De 30 a 34 años	18	20	38
De 35 a 39 años	20	7	27
De 40 a 44 años	15	7	22
De 45 a 49 años	7	7	14
De 50 a 54 años	8	4	12
De 55 a 59 años	8	6	14
De 60 a 64 años	3	4	7
De 65 a 69 años	2	6	8
De 70 a 74 años	5	3	8
De 75 a 79 años	2	3	5
De 80 a 84 años	2	3	5
De 85 a 89 años	1	1	2
De 90 a 94 años	1	1	2
Total	238	187	425

Tabla 4. 116: Estructura poblacional por edad y sexo Parroquia Alshi
Fuente: INEC Censo 2010
Elaboración: Equipo consultor

La PEA (Población Económicamente Activa) de la parroquia es de 60,32% con respecto a la población total. El IM (índice de masculinidad) es de 1,27, valor que muestra un "desequilibrio" en la estructura poblacional, porque hay un déficit de mujeres; que también puede influir en la reproducción social de la parroquia.

La concentración poblacional se da en las primeras 8 cohortes, En el rango poblacional de 0 – 34 años, con el 70,35% de la población total; lo que muestra que la población es muy joven, con poca tendencia a envejecer.

Los grupos de edad más representativos son los comprendidos entre los 5 y 14 años de edad, que representan el 25% de la población total.

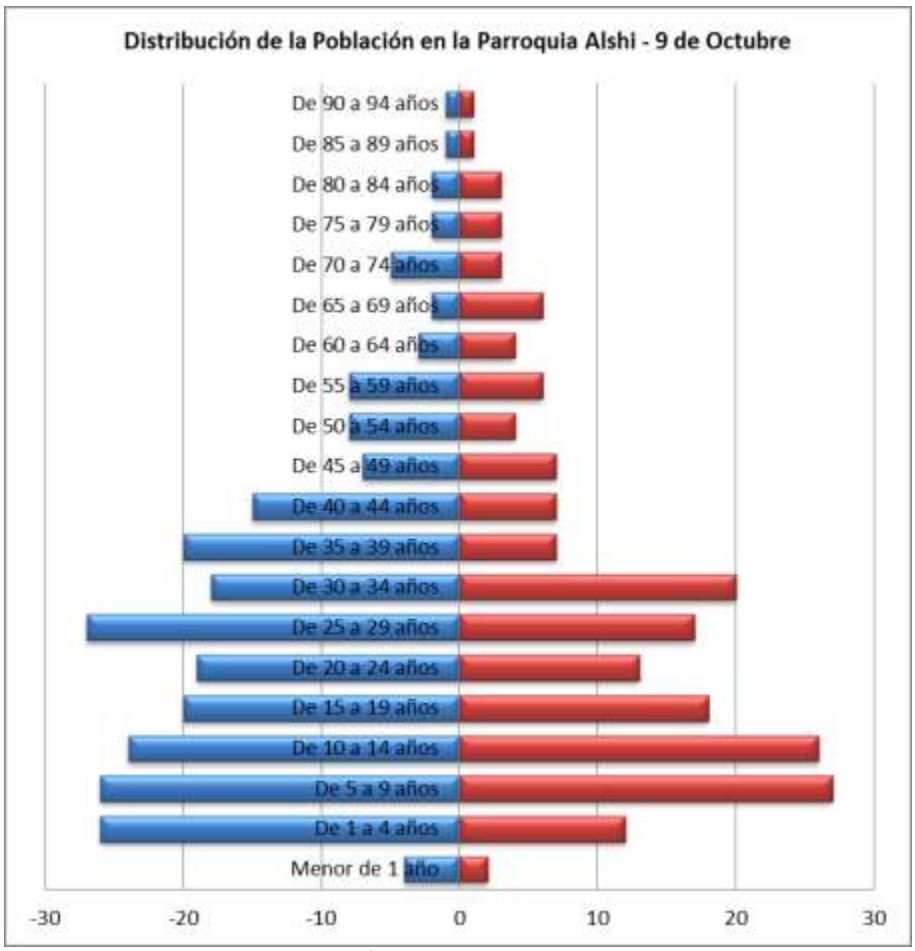


Figura 4. 117: Pirámide poblacional Parroquia Alshi
Fuente: INEC Censo 2010
Elaboración: Equipo consultor

Se denota una pirámide deformada, debido a la dominancia de la población masculina en los grupos de edad de 1 a 4 años, donde los hombres son 26 (69%) y las mujeres 12 (31%). De igual forma en el grupo de edad de 20 a 24 años donde la población masculina es de 19 hombres, mientras que la femenina es de apenas 13 y en el grupo de edad de 25 a 29 años con una población masculina de 27 (61%) y la femenina de 17 (39%).

De igual forma en el grupo de edad de entre 35 y 39 años se observa una marcada dominancia de la población masculina con 20 hombres (74%), sobre apenas 7 mujeres (26%), tendencia que también se observa en el grupo de edad de 40 a 44 años.

Estos datos reflejan los grupos masculinos adultos son mayores a los femeninos, por lo que muchos hombres se encuentran solteros.

Sólo en los grupos de edad: 5 a 9 años – 10 a 14 años – 30 a 34 años y 60 a 69 años, la población femenina es mayor, pero con una diferencia de entre 1 y 2 pobladores.

Cabe concluir, que la forma que adquiere la pirámide poblacional, además de los factores y números señalados, también obedece al tamaño de la población; en otras palabras, es muy común observar estas "anomalías" en poblaciones pequeñas. "Normalmente" la pirámide se estabiliza con poblaciones mayores, con una población arriba de los 1.000 habitantes hay tendencia a la estabilización.

4.4.8.4 Aspectos socioeconómicos

En este capítulo se presentan los aspectos socioeconómicos que se recogen en un instrumento (encuesta), que permite tener una panorámica de las condiciones, sociales, económicas, de servicios y otros temas relevantes que existen en la parroquia.

La parroquia Alshi – 9 de Octubre que es el Área de Influencia Directa para la construcción del proyecto hidroeléctrico Hidroquest, se levantaron 30 encuestas en el centro poblado, ya que la población, en términos habitacionales se concentra en el pueblo.

Parroquia	No. Encuestas
Alshi - 9 de Octubre	30
Total Encuestas	30

Tabla 4. 117: Encuestas aplicadas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.1 Integrantes familia

En base a las encuestas realizadas, la composición de las familias, en cuanto a género es de 48,60% para hombres y 51,40% para mujeres, con respecto a la muestra. En términos de estimación matemática, la composición promedio de las familias de la parroquia es de 4,5 que es un número alto, cercano a 5 que era el promedio hace 20 – 25 años.

Al tratarse de una encuesta, también tenemos una sobrecarga en la población con respecto a los niños, pero también puede significar que su estructura y esperanza de vida están cambiando.

Hombres	Mujeres	Total	
52	55	107	
Adultos	**Niños**	**Adulto Mayor**	**Total**
93	29	13	135

Tabla 4. 118: Integrantes familia
Fuente y elaboración: Equipo consultor

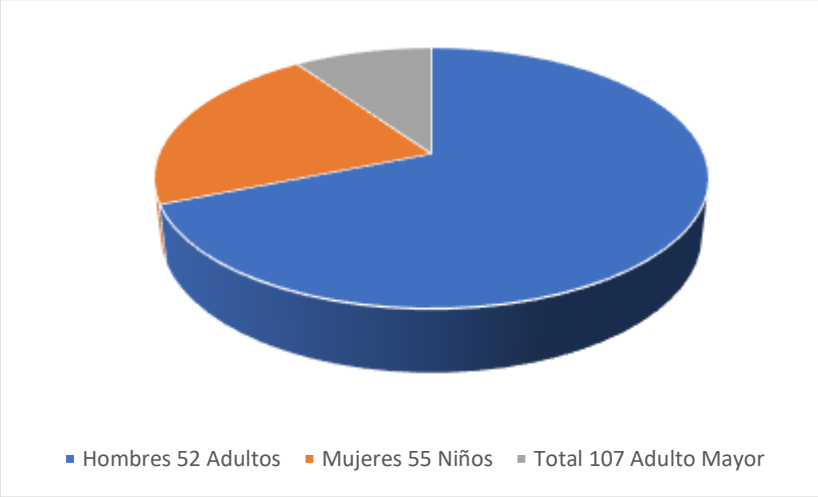


Figura 4. 118: Integrantes de familia
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.2 Identificación étnica

Tanto en lo registrado en las encuestas, cuanto en las entrevistas en directo y en las reuniones mantenidas con los pobladores y autoridades de la parroquia, manifestaron de manera unánime que su autoidentificación étnica es la de mestizos, aun cuando algunos de ellos tienen apellidos consustanciales a los indígenas, principalmente de la sierra.

De todas maneras, un hecho que se pudo constatar es que en la zona no existe descendencia de ninguna nacionalidad o pueblo originario.

Mestizo	Blanco	Indígena	Afroecuatoriano	Montubio	Otro	Total
30	0	0	0	0	0	30

Tabla 4. 119: Identificación étnica
Fuente y elaboración: Equipo consultor

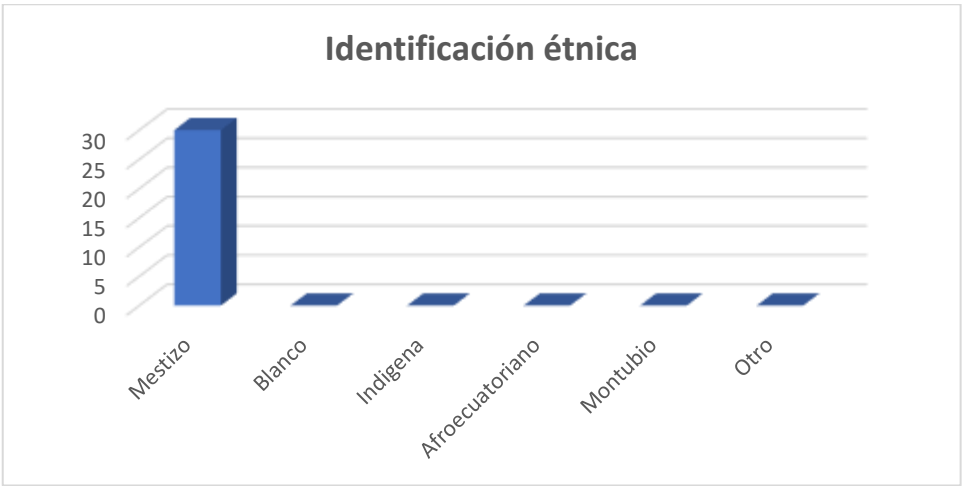


Figura 4. 119: Identificación étnica
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.3 Actividad económica

Agri/Ganadería	Minería	Sector Público	Comercio	Empresa Privada	Otro	Total
19	0	9	3	1	3	35
Hombres	**Mujeres**	**Total**				
21	14	35				

Tabla 4. 120: Actividad económica
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Hay que hacer una precisión de inicio. El número (frecuencia para el caso) de actividades excede al número de encuestas aplicadas porque algunos de los entrevistados declararon tener más de 1 actividad económica, principalmente, para la generación de ingresos.

El 54,90% (19 personas) de los entrevistados señalaron dedicarse a actividades agropecuarias (aquí se unifica el número de personas que se dedican a la agricultura con aquellas que se dedican a la ganadería), siendo en este sentido la actividad preeminente; en segundo lugar, hay un 25,72% (9 personas) que declaran ser trabajadores del sector público, 3 personas que se dedican al comercio y 1 como trabajador de empresa privada.

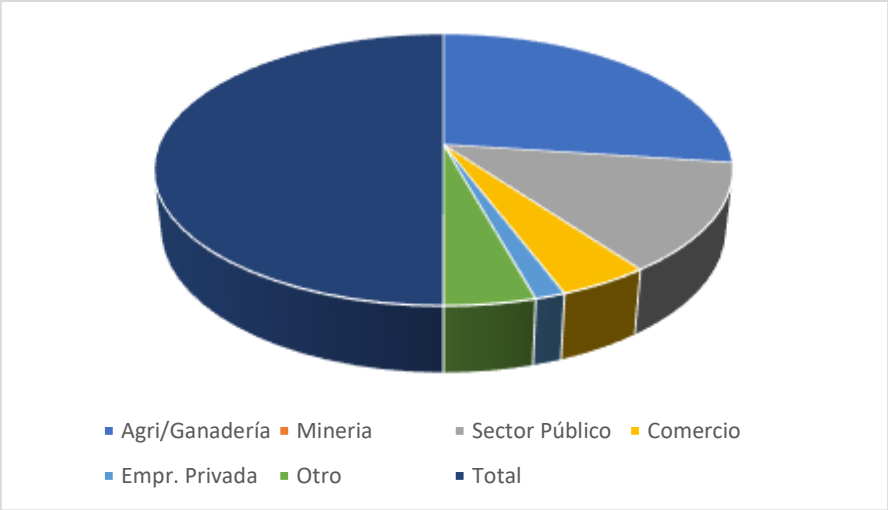


Figura 4. 120: Actividad económica
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.4 Nivel de Instrucción

En este capítulo se busca conocer el nivel de instrucción educativa que tienen los entrevistados y las personas de su entorno inmediato. Es así que, del total tenemos que el 43,75 % tiene educación primaria; coincidentemente, aunque con números naturales diferentes, también el 43,75% tienen educación secundaria y el 12,50% tienen formación universitaria o de tercer nivel.

En la distribución por género, hay más hombres (31), con formación primaria y las mujeres con 25; en cuanto a la formación secundaria o bachillerato hay más mujeres (32) que hombres (24). También, en la formación de tercer nivel (universitaria) las mujeres superan a los hombres con dos unidades 9 – 7.

Nivel Instrucción	Primaria/Escolar	Secundaria/Bachillerato	Tercer Nivel	Cuarto Nivel	Total
Hombres	31	24	7		62
Mujeres	25	32	9		66
				Total	128

Tabla 4. 121: Nivel de instrucción
Fuente y elaboración: Equipo consultor

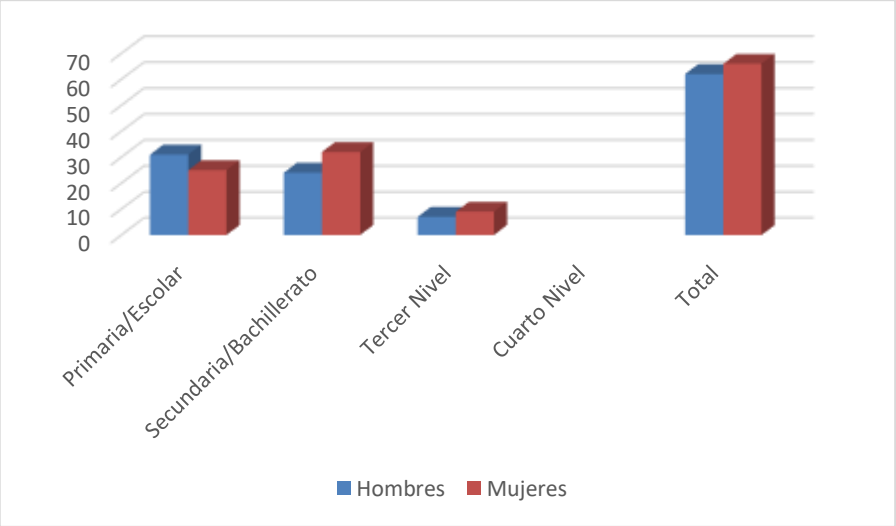


Figura 4. 121: Nivel de instrucción
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.5 Vivienda

En relación al tipo de construcción a la estructura de la vivienda, el 60% de los entrevistados tiene casa de Hormigón (cemento, con ladrillo o bloque); el 26,67% tiene vivienda de madera y el 13,33% su construcción es mixta.

En el recorrido por la zona y por la cabecera parroquial, se puede evidenciar la tendencia a la construcción con bloque, ladrillo y cemento, que es un indicador de que las condiciones de vivienda están mejorando en el conjunto de la población.

Hormigón	Madera	Caña	Mixta	Total
18	8	0	4	30

Tabla 4. 122: Vivienda
Fuente y elaboración: Equipo consultor

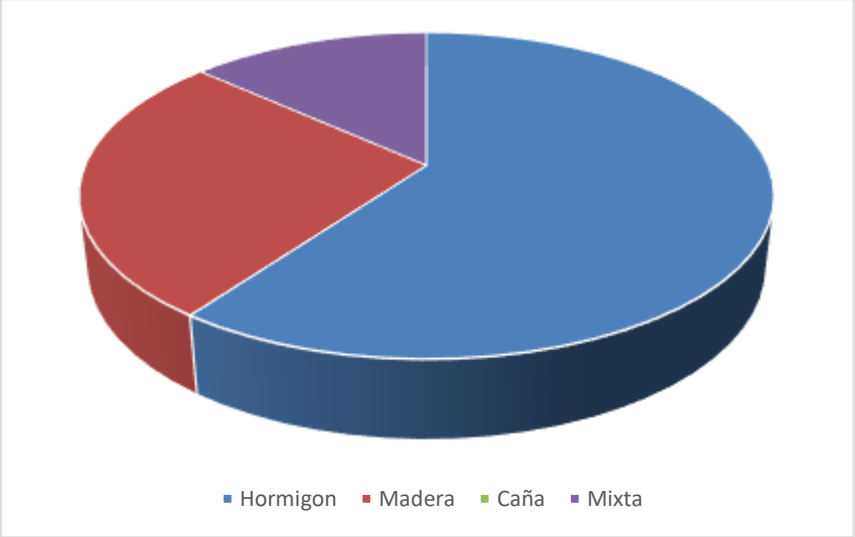


Figura 4. 122: Vivienda
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.6 Agua

En los diálogos y entrevistas con los pobladores y autoridades de la parroquia, manifestaron que en la parroquia tienen una planta de tratamiento de agua, por lo que definen que tienen agua potable, apta para el consumo humano.

Las encuestas reflejan que el 85,67% (26 personas de las entrevistadas) consume agua potable y que el 14,33% (4 personas) manifestaron que consumen agua entubada. Es muy posible que la población no esté plenamente consciente de la calidad de agua que consume.

Potable	Entubada	Tanquero	Pozo	Otro	Total
26	4	0	0	0	30

Tabla 4. 123: Agua
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.7 Energía eléctrica

En cuanto a la energía eléctrica, el 100% de las familias de la parroquia tienen el servicio de energía eléctrica del Sistema Nacional Interconectado.

Sistema Interconectado	Generador	Alternativa	Total
30	0	0	30

Tabla 4. 124: Energía eléctrica
Fuente y elaboración: Equipo consultor

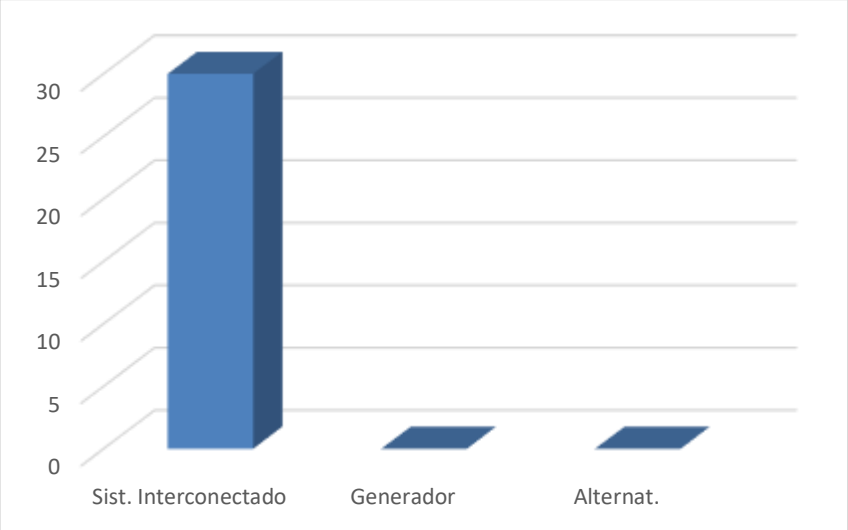


Figura 4. 123: Energía eléctrica
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.8 Medios de Comunicación

Los medios de comunicación o mejor dicho los dispositivos de comunicación más utilizados por los pobladores de la parroquia, en orden de mayor a menor son: telefonía móvil (celular) con el 43,94%; internet con el 34,85%, radio con el 9,01% y televisión por cable 12,12%.

De los entrevistados, nadie informó tener telefonía fija, servicio que la CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) ya no brinda este servicio en la zona, tampoco el servicio de telefonía satelital rural, que beneficiaba a campesinos. Son acreedores de planes de las operadoras telefónicas que ofrecen planes 3 en 1: telefonía celular, internet y televisión por cable, paquetes que, en muchos casos, fueron adquiridos de manera emergente por la pandemia del COVID 19, para que los hijos puedan acceder al estudio virtual y para la comunicación con familiares.

Medios de Comunicación	Bueno	Regular	Deficiente	No tiene	Total
Teléfono Fijo	0	0	0	0	0
Teléfono Móvil	29	0	0	0	29
Internet	22	1	0	0	23
Radio	6	0	0	0	6
Televisión/Cable	8		0	0	8

Tabla 4. 125: Medios de comunicación
Fuente y elaboración: Equipo consultor

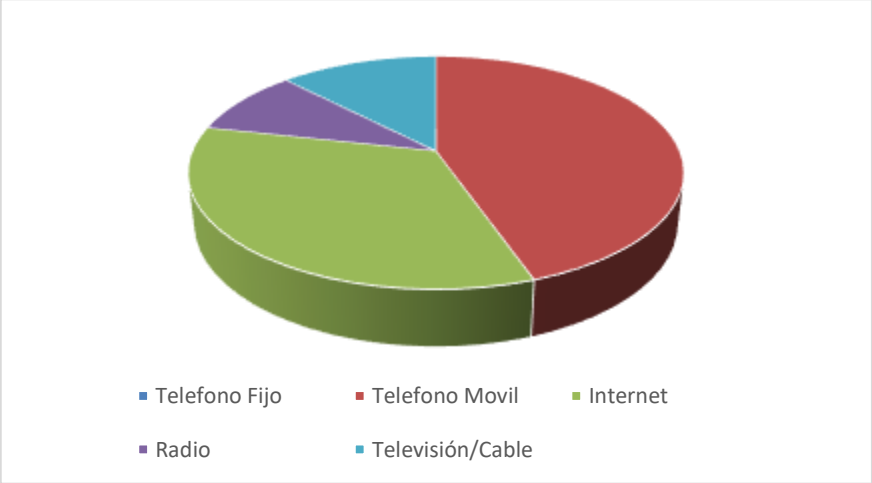


Figura 4. 124: Medios de comunicación
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.9 Alcantarillado y aguas servidas

En las entrevistas, los pobladores, los médicos del subcentro de salud, fueron enfáticos en señalar que el centro parroquial tiene un alcantarillado obsoleto, que ocasiona perjuicios a la salud y el ornato de la cabecera parroquial.

En las condiciones señaladas, el 83,33% de los moradores tiene este servicio, tan solo el 12,77% manifestaron tener pozo séptico para la disposición de las excretas y el aseo personal.

Alcantarillado	Público	Pozo Ciego	Séptico	Letrina	Total
Condición Buena	0	0	5	0	5
Condición Mala	25		0	0	25
				Total	30

Tabla 4. 126: Alcantarillado y aguas servidas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

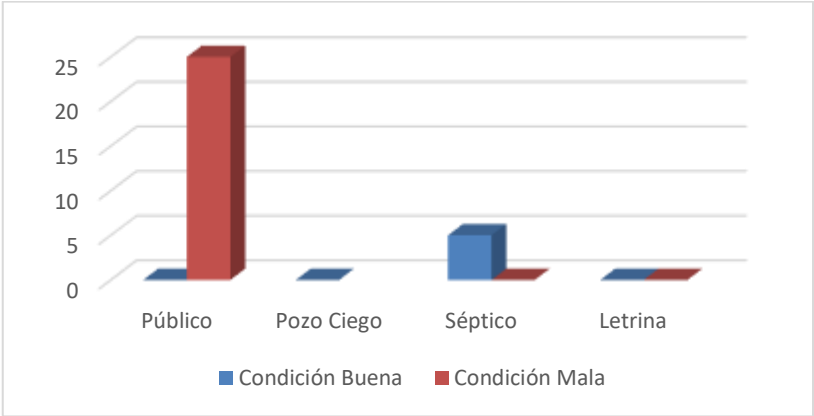


Figura 4. 125: Alcantarillado y aguas servidas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.10 Recolección de basura

El 100% de la población, no solo de la cabecera parroquial son beneficiarios de la recolección de la basura con un camión apropiado para este servicio, que además trabaja con un sistema de clasificación entre basuras biodegradables y no degradables.

Al momento no hay un aprovechamiento de la basura a través de ninguna forma de reciclaje o reaprovechamiento, procesamiento; según las autoridades aún no se ha pensado en el tema y es probable que el volumen de basura, de las dos principales clasificaciones, no resulte rentable.

Recolección de Basura	Recolector	Terreno Baldío	Quema	Rio/Quebrada	Entierro	Otro	Total
Condición Buena	30						30
Condición Mala			0				0

Tabla 4. 127: Recolección de basura
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.11 Salud

En este ítem, las respuestas rebasan el número de entrevistados porque, como usuarios del servicio tienen opción a escoger más de uno. Es así que el 57,78% de los entrevistados utiliza el subcentro de salud de la parroquia para atender sus enfermedades; 17,78% concurre al hospital del Ministerio de Salud Pública (en la ciudad de Macas); el 15,56% acude al hospital del IESS en Macas; sólo 1 persona utiliza los servicios de un médico particular.

En la entrevista con el personal médica del subcentro de salud de la parroquia señalaron las siguientes enfermedades como prevalentes:

- Enfermedades digestivas, principalmente en niños y adulto mayor
- Enfermedades respiratorias, para toda la población
- Enfermedades de la piel
- Enfermedades propias de la mujer, como infecciones de las vías urinarias
- Cuadros de parasitosis, principalmente en niños
- Pocos casos de enfermedades catastróficas como cáncer, diabetes.

Servicio de salud	Hosp. MSP	Hosp. IESS	Centro	Subcentro	Médico	Otro	Total
Buena	6	6	1	23	1	1	38
Regular	2	1	0	3			6
Deficiente						1	1
						Total	45

Tabla 4. 128: Salud
Fuente y elaboración: Equipo consultor

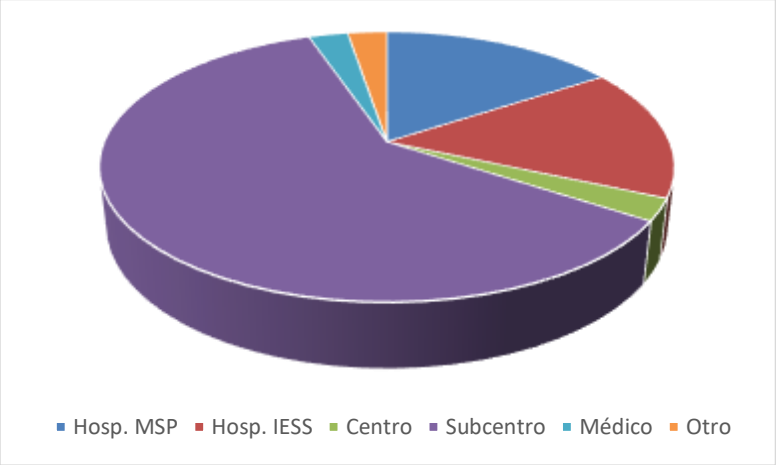


Figura 4. 126: Salud
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.12 Religión

El 80% de los entrevistados manifestó profesar y practicar la religión católica; el 6,67% la religión que denominan como cristiana y el 13,33% la religión evangélica.

En el recorrido de campo se pudo constatar la existencia de "dos galpones" donde se realizan las prácticas de religiones no católicas. En la encuesta no se registraron de personas agnósticas o no creyentes.

Católico	Cristiano	Evangélico	No Practica	Ateo	Total
24	2	4	0	0	30

Tabla 4. 129: Religión
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.13 Conocimiento de un proyecto hidroeléctrico

Como constan en cuadro y gráfico presentados más abajo, el 100% de los entrevistados señalaron tener conocimiento de lo que es un proyecto hidroeléctrico. Esto es comprensible debido a la presencia de proyectos hidroeléctricos en la zona.

Prácticamente, si no los entrevistados de manera directa, algún familiar trabajó en las diferentes fases de construcción de las centrales hidroeléctricas anotadas y además, por temas de responsabilidad social corporativa, en las dos centrales hidroeléctricas, hay personal de la zona trabajando en las fases de operación.

Si	No	Algo	Total
30	0	0	30

Tabla 4. 130: Conocimiento sobre proyectos hidroeléctricos
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.4.14 Percepción sobre proyecto hidroeléctrico Hidroquest

El 76,67% de los entrevistados manifiesta tener una buena opinión sobre la construcción de la central hidroeléctrica Hidroquest, como factores positivos señalan el empleo, los aportes a la parroquia y algunas obras de beneficio comunitario.

3 de los 30 entrevistados declara tener una mala opinión sobre la futura construcción y señalaron como razones, principalmente no estar de acuerdo con los salarios que pagaron en la construcción de otras centrales hidroeléctricas; pero no justifican un oposición técnica adicional al proyecto por lo cual se puede interpretar como un descontento personal.

De los 30 entrevistados 4 no quisieron dar una opinión favorable ni desfavorable, se entiende personas, que por laguna razón no quiere comprometer su opinión frente a las autoridades civiles y políticas de la parroquia.

Buena	Mala	Ns/No Opina	Total
23	3	4	30

Tabla 4. 131: Percepción sobre el proyecto
Fuente y elaboración: Equipo consultor

4.4.8.5 Condiciones de vida

Los aspectos que se describen en este capítulo, son parte del trabajo de campo y de información de fuentes secundarias y presentan los aspectos más relevantes requeridos para este estudio.

4.4.8.5.1 Alimentación y Nutrición

La dieta de las familias de la parroquia del área de influencia se basa en productos de la zona tales como granos (fréjol, arveja), maíz y verduras, el consumo de arroz y de verde es también importante dentro de la dieta familiar.

Conforme UNICEF, la desnutrición crónica infantil es considerado uno de los principales problemas de salud pública del Ecuador, donde 3 de cada 10 niños menores de 2 años la padecen. El país es el segundo con mayor proporción de América Latina y el Caribe, después de Guatemala.

Un niño con desnutrición crónica tiene una talla inferior a la estándar para su edad, por ejemplo, puede tener 4 años, pero parecer de 2, lo cual dificulta su detección y puede permanecer invisibilizada. Una vez que el retraso en el crecimiento es diagnosticado, no hay marcha atrás. Por eso es clave apuntar a la prevención y comprender la dimensión de la problemática.

Si bien la falta de alimentos adecuados y suficientes para la edad de un niño es uno de los determinantes, existen otras causas, como el agua y el saneamiento, las condiciones de la vivienda y, sobre todo, los controles de salud durante los primeros 1.000 días de vida.

En el caso de la mujer, es importante que reciba atención en el primer trimestre del embarazo y acuda al menos a cinco controles para garantizar que el embarazo está cursando de manera adecuada. Los chequeos médicos permiten detectar problemas, como por ejemplo la anemia, al tiempo que sirven para brindar consejería oportuna sobre alimentación y lactancia.

En cuanto al bebé, el paquete de prestaciones debe comenzar con el nacimiento, momento en el que debe ser asistido por un profesional de la salud. Durante el primer año, se recomienda tener al menos seis controles y en su segundo año al menos cuatro. Además, debe tener el paquete de vacunas completo, que incluye obligatoriamente la de neumococo y el rotavirus. Esto le protegerá de las enfermedades respiratorias y diarreicas.

En Ecuador, el 10,8% de los niños menores de 5 años tuvo una enfermedad diarreica siete días antes de ser encuestado, al tiempo que el 34,2% tuvo una infección respiratoria aguda, según la Encuesta de Nutrición y Salud (ENSANUT) 2018. Si los niños no reciben atención adecuada frente a estas enfermedades pueden tornarse graves o letales.

Desde 1993, Ecuador ha llevado adelante alrededor de 12 programas o proyectos relacionados con salud y nutrición, pero la curva en menores de cinco años casi no se ha movido. Entre 2014 y 2018, incluso incrementó de 24,8% a 27,2% en menores de dos años.

Dentro de la parroquia del área de influencia, según el Área de Salud Nº 01 del Cantón Morona, los problemas de desnutrición infantil se han visto solventados en gran medida gracias a los programas gubernamentales del Ministerio de Inclusión Social (MIES) y su programa de alimentación que se brinda dentro de los Centros de Desarrollo Infantil y en las Instituciones Escolares, que están presentes en las parroquias para los niños de entre 0 a 3 años de edad, y de 3 a 15 años, además que algunos grupos familiares que se benefician del Bono de Desarrollo Humano deben llevar a sus hijos a los mencionados centros; lo que resulta favorable ya que los niños además de recibir atención profesional tienen acceso a tres comidas diarias.

Conforme los datos obtenidos del documento Alineación 2017-2021 PDOT Alshi, de los niños y niñas menores de un año que acudieron a la unidad operativa de salud de la Parroquia Alshi - 9 de Octubre durante el año 2.010, se determinó que no existe ningún caso con desnutrición, el 92% tiene un peso normal y el 4% sobrepeso.

La población entre uno y cinco años que fue monitoreada por las unidades operativas mostró los siguientes resultados: el 9% de los NN sufren de desnutrición global, el 91% tienen peso normal y en sobrepeso no se registra ningún dato. A diferencia de los menores de un año vemos que en este grupo si existe desnutrición y más bien en este grupo no existe sobrepeso, en lo que se refiere al peso normal se mantienen un mismo
nivel.

4.4.8.5.2 Salud

Los servicios de salud en el área han mejorado, especialmente en lo relativo a infraestructura; así, en el año 2009 se construyó el puesto de salud pública (del M.S.P) para la parroquia Alshi, donde son atendidos los pobladores. En el Puesto de Salud trabaja un Médico Residente, un Odontólogo y una enfermera. Los servicios que se prestan son en medicina general, odontología, vacunación, curaciones.

En lo que se refiere a la estructura física el centro dispone de 5 consultorios o espacios físicos para los servicios antes mencionados, una sala de espera, un espacio para estadística y 6 servicios higiénicos. El centro aún tiene necesidades como falta de implementos, farmacia (insumos) esto debido a que los usuarios no solo son de 9 de Octubre sino también de la parroquia Zuñac y tienen que viajar muchas veces a la ciudad de Macas para conseguir los medicamentos.

Adicionalmente, se da una Atención de salud ambulatoria cada 15 días por parte del Ministerio de Salud Pública en cada barrio. En casos graves la población acude al Hospital General de Macas.

Figura 4. 127: Centro de Salud de Alshi

Fecundidad. - La fecundidad es una de las variables más importantes para evaluar la tendencia de crecimiento de la población y por consiguiente la presencia de grupos vulnerables tales como niños/as menores de cinco años y de mujeres embarazadas. Considerando el número de hijos menores de cinco años, como indicador de fecundidad, se observa que la Provincia de Morona Santiago, casi duplica el promedio nacional y existen parroquias dentro del área de influencia con un índice mayor a la media de la Provincia.

Índice de Fecundidad Niños<5 años /Mujer en edad fértil.	
Promedio Nacional	0,38
Provincia Morona Santiago	0,65
PARROQUIA	%
Macas	0,39
Alshi-9 de Octubre	0,49
General Proaño	0,55
San Isidro	0,52
Zuñac	0,51
Santiago de Méndez	0,46
Copal	0,58
San Francisco de Chinimbimi	0,79
Tayuza	0,66
Sucúa	0,52
Asunción	0,96
Huambi	0,54
Santa Marianita de Jesús	0,41
Media	0,57

Tabla 4. 132: Fecundidad
Fuente: INEC Censo 2010
Elaboración: Equipo consultor

Morbilidad – Prevalencia de Enfermedades. - La morbilidad es la mayor incidencia de enfermedades de una población. Entre las principales dentro del área de influencia y en general en términos nacionales tenemos, las enfermedades diarreicas agudas (EDA) y las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), otras enfermedades que también tienen incidencia son las infecciones del oído, neumonía, hipertensión arterial. Además, dentro de enfermedades odontológicas está un alto grado de incidencia de caries en los niños de edad escolar, que por falta de cepillado adecuado y frecuente.

La causa de estas enfermedades es debida principalmente que aún en las parroquias no tiene 100% acceso a agua potable, alcantarillado, adecuado tratamiento de desechos sólidos y eliminación de excretas, además se conjuga con malos hábitos de higiene y manipulación de los alimentos.

La población de Alshi sufre de discapacidad, enfermedades de impacto y malnutrición. En lo que se refiere a malnutrición se entiende estos en el ámbito de desnutrición, sobrepeso y obesidad, relacionados con los inadecuados hábitos alimenticios. Además, familias con personas que sufren algún grado de discapacidad, siendo las más frecuentes las discapacidades físico-motrices

relacionadas con la edad y accidentes domésticos (caídas). (Alineación 2017-2021 PDOT Alshi). Las principales causas de enfermedad que sufre la población de la parroquia son (Alineación 2017-2021 PDOT Alshi):

J00X| - Rinofaringitis aguda [resfriado común]
J029| - Faringitis aguda no especificada
B829| - Parasitosis intestinal sin otra especificación
A083| - Otras enteritis virales
K30x| - Dispepsia
G821| - Paraplejia espástica
A09x| - Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso
B369| - Micosis superficial sin otra especificación
N300|- Cistitis aguda
J209| - Bronquitis aguda no especificada
J020| - Faringitis estreptocócica
M545| - Lumbago no especificado

Tabla 4. 133: Prevalencia de enfermedades
Fuente: Alineación 2017-2021 PDOT Alshi
Elaboración: Equipo consultor

Mortalidad y causas de muerte. - Entre las principales causas de muerte están: accidentes de transporte terrestre, influenza y neumonía, infecciones intestinales. La tasa bruta nacional de mortalidad es de 4,3 por mil habitantes, en Morona Santiago es de 2,4 por mil habitantes, lo que la ubica muy por debajo de la tasa nacional.

4.4.8.5.3 Educación

Analfabetismo. - Según el último censo del INEC la tasa nacional de analfabetismo, según la capacidad de leer y escribir, asciende a 8,04%; el índice de acuerdo al indicador de saber leer y escribir en la Provincia de Morona Santiago es de 10,32% de la población.

PARROQUIA	Sabe leer y escribir	ÍNDICE ANALFABETISMO
Macas	5,30	2,56
Alshi-9 de Octubre	4,20	2,44
General Proaño	9,88	5,92
San Isidro	7,74	5,60
Zuñac	8,12	6,67
Santiago de Méndez	7,56	3,84
Copal	8,49	5,82
San Francisco de Chinimbimi	11,43	5,21
Sucúa	8,03	4,15
Asunción	14,24	7,67
Huambi	9,09	4,91
Santa Marianita de Jesús	10,00	7,02
MEDIA	10,41	5,15

Tabla 4. 134: Educación y analfabetismo
Fuente: INEC Censo 2010
Elaboración: Equipo consultor

La parroquia Alshi registra un porcentaje de 4,20%, es decir, existen 16 personas que no saben leer ni escribir. La tasa de analfabetismo es menor que la tasa provincial y nacional el 6,63% y 6,75% respectivamente.

Instituciones educativas. - En la parroquia Alshi se registran la escuela Pedro Vicente Maldonado, el tipo de educación es regular básica, su oferta es desde el primero de básica hasta décimo de básica; es de sostenimiento fiscal su modalidad es presencial y la jornada es matutina, la tenencia del edificio es propio.

Figura 4. 128: Escuela Pedro Vicente Maldonado

En este establecimiento existen 5 docentes femeninos y 4 masculinos

La escuela cuenta con la siguiente infraestructura:

- Siete Aulas
- Doce letrinas
- Una cancha de uso múltiple con cubierta

Las condiciones de las instalaciones son aceptables, esto debido a que los padres de familia realizan constantemente mingas para pintar y adecuar las aulas con respaldo de la Junta Parroquial.

Además, según el censo 2010-2011 de AMIE se registra otra institución, Unidos por el Progreso, institución no escolarizada, fiscal, en la modalidad semipresencial con jornada vespertina, la tenencia del edificio está en comodato, pero no existen datos registrados de docentes o alumnos.

Para los estudios de bachillerato y post bachillerato no existe ninguna oferta dentro de la parroquia, viéndose en la necesidad de buscar escolarización en esos niveles fuera de ella, la más cercana a la cabecera parroquial.

El Ministerio de Inclusión Económica y Social en la parroquia Alshi-9 de Octubre, cuenta con un centro de desarrollo infantil llamado "Los Pinochitos" que acuden 25 niños de entre 0 a 3 años, donde se brinda estimulación temprana y educación

inicial para que puedan ingresar con bases de aprendizaje para la escuela. También los niños son beneficiados por tres comidas. El centro cuenta con la siguiente infraestructura: 3 aulas, cocina, patio.

4.4.8.5.4 Vivienda

El tipo de vivienda en el área de influencia son en su mayoría casas o villas, y solamente en las cabeceras cantonales hay pobladores en departamentos o cuartos de inquilinato. Muy pocos habitantes el área de la parroquia no tiene vivienda o viven en viviendas colectivas.

Tipo de la vivienda	Macas	Alshi	Zuñac	General Proaño	San Isidro
Casa/Villa	3.834	157	63	823	297
Departamento en casa o edificio	964			7	1
Cuarto(s) en casa de inquilinato	1.007		1	6	3
Mediagua	236	8	20	99	10
Rancho	55	4	7	19	12
Covacha	26			1	14
Choza	9	1		7	3
Otra vivienda particular	19			1	6
Hotel, pensión, residencial u hostal	12				1
Cuartel Militar o de Policía/Bomberos	3				
Centro de rehabilitación social/Cárcel	1			1	
Centro de acogida	3				
Hospital, clínica, etc.	2				
Convento o institución religiosa	3				
Otra vivienda colectiva	1	1			
Sin Vivienda	1				

Tabla 4. 135: Tipología de vivienda
Fuente: INEC Censo 2010
Elaboración: Equipo consultor

Las viviendas son de construcción mixta (madera y cemento) de un piso, mientras que las viviendas de dos pisos son construidas con cemento; generalmente el techo es de zinc. Generalmente el techo es de hormigón o Zinc, tal como se observa en la siguiente tabla:

Por lo general, las viviendas cuentan con dormitorios, cocina y baño, así como áreas sociales, especialmente en las casas de hormigón.

Figura 4. 129: Viviendas Alshi

Figura 4. 130: Viviendas Alshi

4.4.8.5.5 Vialidad

La vía Macas-Riobamba es el eje principal. La carretera se encuentra asfaltada y señalizada.

Figura 4. 131: Vía Macas-Riobamba

La transportación interparroquial que se da en la parroquia con sus vecinos tales como: parroquia Zuñac, General Proaño, y principalmente con la ciudad de Macas; mediante los servicios de transporte interprovincial; "Riobamba", "Unidos", "Sangay" y Macas Ldta. No existen cooperativas de transporte internas para la parroquia.

Cooperativas de Transporte	No de Unidades	Ubicación
COOP. Riobamba	45	Riobamba
Recorrido: Macas- Riobamba-		
Nº turnos: 6 turnos		
Horas: 4am, 7am, 9am.,1pm, 3pm, 4pm		
COOP. Unidos	12	Riobamba
Recorrido: Cebadas- Macas		
Nº turnos: 2		
Horas: 2am., 5am		
COOP. Sangay	15	Riobamba
Recorrido: Macas- Riobamba		
Nº turnos: 2		
Horas: 9am		
COOP. Macas Ltda.	35	Macas
Recorrido: Macas- Alshi- Riobamba- Guayaquil. Macas- Alshi-Quito		
Nº turnos: 2		
Horas: 8:30 pm., 11:30pm		

Tabla 4. 136: Horarios de transporte público Alshi
Fuente: GAD Parroquial
Elaboración: Equipo consultor

4.4.8.5.6 Infraestructura comunitaria

La parroquia Alshi-9 de Octubre cuenta con la siguiente infraestructura comunitaria:

- Junta Parroquial, con un auditorio para capacidad de 80 personas
- Tenencia Política encargada de resolver conflictos en la comunidad.
- Unidad de Policía Comunitaria: que cuenta con tres miembros de la Policía nacional permanentes, cuentan con una camioneta y una motocicleta.
- Coliseo cerrado con capacidad para 1000 personas
- Cancha sintética de fútbol
- Cancha de la Escuela Pedro Vicente Maldonado, destinada para todo evento de concurrencia masiva.
- Iglesia de la Virgen Inmaculada
- Asociación Agroindustrial "Los Olivos"
- Puesto de salud con atención en: medicina general, odontología y enfermería.
- Cementerio de la parroquia

Figura 4. 132: Junta Parroquial, tenencia política y UPC Alshi-9 de Octubre

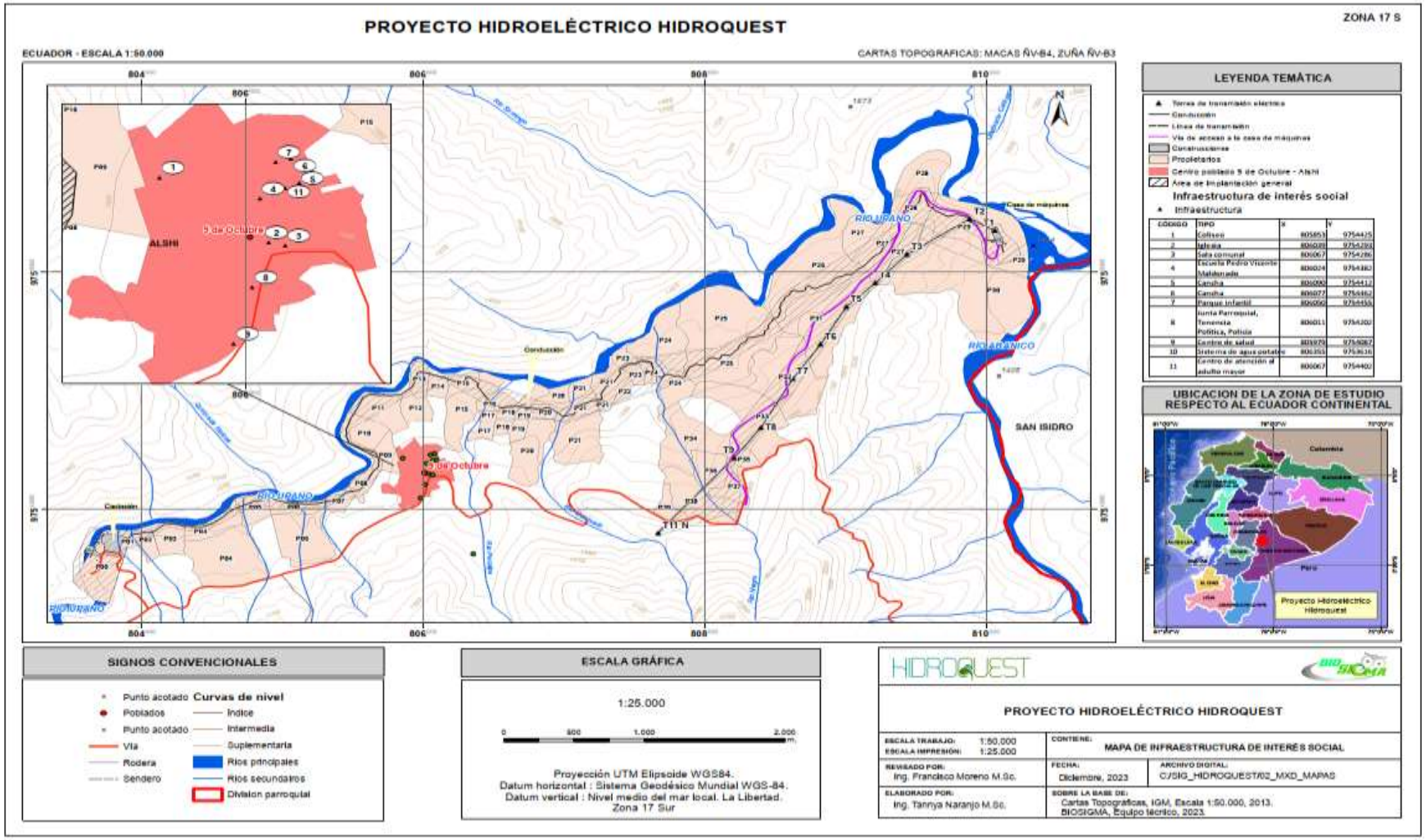
Figura 4. 133: Cancha de la Escuela Pedro Vicente Maldonado

Figura 4. 134: Iglesia de la Inmaculada Alshi-9 de Octubre

Figura 4. 135: Coliseo

Figura 4. 136: Área de juego y cancha sintética

A continuación, se presenta un mapa de la principal infraestructura de interés social:



Mapa 4. 26: Mapa de áreas de interes social
Fuente: GAD Parroquial
Elaboración: Equipo consultor

4.4.8.5.7 Organización social

En la Parroquia encontramos instituciones públicas, privadas, organizaciones sociales tales como:

GAD Parroquial Alshi - 9 de Octubre	Liderazgo en el nivel parroquial, cuenta con recursos humanos y económicos. Importante enlace entre el nivel provincial, cantonal y comunitario.
Tenencia Política	Representante de la gobernación en el nivel parroquial, responsabilidad en el trabajo de las políticas del Gobierno en coordinación con la policía para mantener la buena convivencia de la población.
Puesto de salud	Cuenta con infraestructura y personal capacitado para atención de salud.
Comité de Salud	Agrupación anexa al puesto de salud, da funcionalidad a algunos programas.
Seguro Social Campesino	Gremio con cobertura nacional, velar por la seguridad de sus afiliados.
Unidad de Policía Comunitaria	Trabajo dentro de la parroquia con el fin de mantener el orden y la buena convivencia de la población.
MAE-M.S	Mediante sus programas y proyectos velar por la conservación del medio ambiente, control y protección del Parque Nacional Sangay.
Escuela Fiscal "Pedro Vicente Maldonado"	Recursos humanos capacitados, importante vínculo con la niñez.
CIBV-Pinochitos	Centro infantil del Buen vivir, programa del MIES, en convenio con el GAD Morona.
Junta Administradora de Agua	Encargada de administrar, dotar del servicio vital.
Iglesias: -Católica -Evangélica	Importante relación social con la ciudadanía y NNA.
Asociación "Los Olivos"	Fortalecimiento de la economía local, actividades de producción y comercialización de productos.
Asociación Agro-artesanal, "Unidos por el Trabajo"	Crianza y venta de especies animales (truchas, chanchos), así como producción agrícola para el expendio.
Barrios del Casco Parroquial	Organizaciones estructuradas con la finalidad de ser protagonistas y ser atendidas por su capacidad de solicitar, coordinar necesidades.
Comité de Discapacidades	Grupo de personas con capacidades especiales, se organizan para que sus derechos no sean vulnerados.
Comité de padres de familia	Fomentar la participación de los padres de familia en la formación de los alumnos de la Institución.
Club Deportivo 9 de Octubre	Impulsar el deporte y la organización de la juventud. Además, representar a la parroquia en eventos deportivos.
Club de Adultos Mayores (Inactivo)	Programa del Convenio entre el MIES y el GAD Alshi, trabajo en beneficio de este grupo.
Grupo de Participación Ciudadana	Programa del UPC, grupo de voluntariado para consolidar más la seguridad ciudadana.

Tabla 4. 137: Organización social
Fuente: Alineación PDOT 2017-2021
Elaboración: Equipo consultor

En las reuniones mantenidas, la posición de las autoridades locales, principalmente del GAD parroquial y de la Tenencia Política, manifiestan de manera positiva frente a la construcción de la central hidroeléctrica Hidroquest, la

misma posición, institucional, manifiestan las autoridades del GAD municipal y del GAD provincial anteriores al 2023. En rigor, no existe oposición de estas entidades y han manifestado que las centrales hidroeléctricas, a través de diferentes mecanismos como el empleo y la entrega de regalías, contribuyen al desarrollo local.

En cuanto a la población, como ya se menciona en el capítulo de las percepciones tiene una opinión favorable.

4.4.9 CONCLUSIONES

- Como se ha mencionado en este capítulo, la latencia de conflictividad en la zona es baja o ausente.
- La respuesta general de los habitantes encuestados fue positiva, las expectativas que generaría la construcción de la Central Hidroeléctrica y las demás facilidades fueron muy optimistas, no solo por la generación de empleo sino además por el mejoramiento en la calidad del abastecimiento de la energía eléctrica, en el parecer de la gente.
- La respuesta general de los habitantes fue positiva en relación a solucionar los problemas de energía eléctrica, en la zona, por la mala calidad del servicio de CNEL (dicen que la luz se va siempre), por la mejora de algunas obras de infraestructura básica, aportes al GAD parroquial.
- Hubo una respuesta afirmativa en relación a la generación de empleos en la zona y se dijo que, después de la agricultura y ganadería es una fuente de ingresos; les preocupa que sea temporal.

4.4.10 ARQUEOLOGÍA

El Ecuador es un país de reconocida importancia arqueológica a nivel mundial. Varias misiones extranjeras y nacionales, así como investigaciones en alta amazonia, permitieron confirmar que esta región del país conforma un conjunto de datos arqueológicos fundamentales para nuestro patrimonio arqueológico. El desarrollo de obras de infraestructura ha determinado que las autoridades de cultura, mantengan mecanismos de acción con la finalidad de mitigar el impacto sobre dicho patrimonio. En este sentido, la protección del Patrimonio Cultural del Ecuador es tarea de todos los ecuatorianos, y se basa en el cumplimiento de las leyes nacionales e internacionales establecidas para la defensa y protección del patrimonio cultural del país, el cumplimiento de estas leyes se hace, a través de la recuperación de información y evidencias sobre el proceso histórico ocupacional de las sociedades que habitaron una determinada región.

La Arqueología es una ciencia que estudia e investiga el pasado, estudia al hombre pasado como un ente social y trata de determinar su influencia sobre el entorno y paisaje cultural. Para la protección de estos bienes, es importante cumplir con la normativa legal vigente, de esta manera se realizan Estudios de Impacto Ambiental con el propósito de poder ejecutar las obras de infraestructura, esto se hace a través de la investigación de varios componentes, entre ellos el

arqueológico. Los Estudios tienen la finalidad de identificar medidas para minimizar los impactos que se provocan por la intervención de áreas destinada a dichas obras, por lo que es importante y necesario que en los proyectos se evalúen las diferentes alternativas comparando impactos asociados con cada una de ellas, con el propósito de identificar medidas de mitigación que permitan minimizar dichos impactos.

El Proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST, se encuentra en la parte sur de la Región Amazónica Ecuatoriana, dentro de la Subcuenca del Río Upano que forma parte del Sistema Hídrico del río Santiago Región Sur Oriental del país, en la provincia de Morona Santiago, cantón Morona; parroquias Alshi y (9 de Octubre) Cantón Santiago.

Si bien el área se encuentra con un importante grado de alteración, que ha conducido a la pérdida de la cobertura vegetal original; la presencia de una fisiografía irregular y cambiante; la presencia del curso del Río Upano y sus afluentes; así como la presencia de relictos de vegetación, definen al área de implantación del proyecto como de calidad Media de paisaje (HIDROWARM, 2012).

Los datos a continuación son tomados del Plan de Desarrollo de Ordenamiento Territorial Parroquial (PDyOT) 2012-20215.

La zona de estudio mantiene un clima húmedo, lluvioso y muy lluvioso. La temperatura promedio fluctúa entre 12 y 18° C. La precipitación es de 500 a 3000 mm, siendo los meses más lluviosos entre Febrero y Mayo. La zona se encuentra ubicada en la Subcuenca alta del río Upano, donde también se encuentran las microcuencas de los ríos Sangay, Cugusha, Salado Grande y Chico, Samingo, Alshi y Consuelo. Las vertientes más importantes son: Río Upano, Abanico, Alshi.

Las terrazas se han clasificado como terrazas compuestas por transporte de drenajes por arrastre o suspensión y están conformadas por bloques, cantos rodados, gravas, arenas, limos y arcillas.

Se tienen depósitos coluviales del holoceno, constituidos por acumulaciones de arena y pómez; y, depósitos aluviales superficiales relacionados con regímenes antiguos y actuales de los ríos, por efecto de levantamiento tectónico ocurrido en etapas durante miles de años.

Geomorfológicamente, el área de estudio tiene muchas quebradas y declives prominentes, mesetas con declives en dirección noreste, con pendientes inferiores a 10 % separadas por quebradas empinadas y cortadas. Barrancos empinados y sedimentos frágilmente consolidados, muy sensibles a los derrumbes durante la época de lluvias y eventos sísmicos.

[5] Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Alshi 9 de Octubre, Alshi Nueve de Octubre, 2011.

4.4.11 Datos etnohistóricos del área de influencia

Según el P. Enrique Vacas Galindo, Hernando de Benavente hacía referencia a la visita que hiciera a la Tierra de los Macas en 1549. Sin embargo, Juan de Salinas Loyola en 1556, ya identificaba a los pobladores de las orillas del río Santiago como los Giuvarra que quería decir Shuara (Noguera, s/f). El tradicional territorio Shuar corresponde a la provincia de Morona Santiago, pero debido a la expansión de la frontera petrolera y minera, presión demográfica y procesos de colonización, fueron perdiendo territorio y se vieron obligados a ubicarse en tierras ribereñas y de selva baja (Carvajal y otros, 1993).

Juan Salinas de Loyola Gobernador de Quito, permitió que la región de los Huamboyas y Macas, fueran objeto de nuevas entradas y exploraciones, de tal manera que fue su sobrino Juan de Salinas Guinea, fundó Nuestra Señora del Rosario en términos de Macas en 1563; para que en sus lugartenientes usen dicho oficio" (Costales, 1998), reza el documento de nombramiento. Mucho después, pasado los años 1571, recibía el nombramiento de Gobernador de Yaguarzongo y Bracamoros, su tío Juan Salinas de Loyola, en tanto Vásquez de Ávila había recibido la de Quijos en 1586, ocasionando los problemas de jurisdicción que tanto daño hizo a los gobiernos (Carvajal, 1993).

En este sector se ha tenido un constante movimiento poblacional o de intercambio entre sierra y amazonia debido a la existencia de principales cuencas hidrográficas, por ejemplo se tiene el río Zamora que se une con el río Namangoza que viene del norte para formar el Santiago. Esta hipótesis ha sido manejada desde hace mucho tiempo y que según Chacón (1929) los grupos mal llamados "Jívaros" entraron a la Sierra por el valle del río Cuyes.

A criterio de algunos historiadores, Macas inicia su identidad cultural, tomando como punto de partida la fundación de Nuestra Señora del Rosario, según los testimonios de la Carta de Fundación Española que se rememora al 15 de agosto de 1563. El cantón de Macas estaba formado por las poblaciones de Zuñac, Atillo y Macas. Zuñac y Atillo, situadas en zonas altas de la estribación andina, constituían escalas fundamentales en el tránsito del camino desde Riobamba. Ya en la zona amazónica, la población de Macas se reducía a dos calles formadas por algunas casas y una iglesia, y contaba con los anejos de Paira, Copueno y Baraona, situados a poca distancia (Villavicencio, 1858).

De la Historia Colonial del Gobierno de los Macas (1563-1820) se recaba que los grupos étnicos de la cuenca del Amazonas fue, el shuar, uno de los pocos que se defendió de la conquista, y cuantas veces pudo rechazar a eso ambiciosos requerimientos. El español inicio sus contactos con el Shuar hacia 1535, con el Cap. Díaz de Pineda que descubre Huamboya y Macas, luego conquistadas por el Cap. Rodrigo Núñez de Bonilla, en 1540. Entre 1548 a 1549 el Cap. Hernando de Benavente se dedicó a consolidar la conquista de los Huamboyas y Macas y con este propósito recorre una parte del territorio Shuar. En 1557, el Cap. Juan de

Salinas de Guinea trajina, en parte, sus territorios y funda las ciudades de Sevilla de Oro, Logroño, Valladolid y Loyola (Costales, 1998).

Los datos dicen que este sector tenía una gran riqueza aurífera, eran pueblos blancos, que se rinde rápidamente y por la codicia son muy vulnerables estos territorios convirtiéndose en lo actualmente son. El poblador shuar es indomable pese a que tuvieron los primeros contactos, se dice que rechazan la ocupación blanca, en especial los de Morona y Santiago (Idem).

Villavicencio en su información manifiesta que la población de Macas tenía desarrollo agrícola y tenían huertos que les permitieron abastecerse, incluso utilizaban mano de obra de los vecinos pobladores.

Dentro del contexto histórico arqueológico, es preciso señalar el medio y contorno geográfico de la zona de estudio, con el propósito de comprender el proceso de desarrollo social, político y económico de los pueblos que forjaron una realidad histórica en la amazonia.

En Morona Santiago existen exuberantes parajes naturales, con presencia de cuevas, lagunas, cascadas, vertientes de agua y las playas de sus ríos, donde se hacía lavado de oro. En Limón Indanza está la Cascada de Santa Rosa, Yavintza e el río Zaruntza, El río Chiviaza.

En la zona de estudio, las poblaciones que se asentaron marcaron acontecimientos históricos importantes. Para el año 1945 llegaron los primeros pobladores, provenientes de Chanalá, playas, San Vicente, Purshi y Chillán de la provincia de Chimborazo. Se dice que los primeros en llegar fueron Angelino Chamorro, Eulalia Chacha, Francisco Chacha, Matilde Chacha, Aurelio Chacha, Rosalía Chacha, Neptalí Bolaños, Leticia Chacha, Daniel Vinza, Victoria Telcán, Nereo Cabrera, Rosa Chamorro, Celestino Chacha y Victoria Chacha. Quienes con la colaboración del guía Antonio Samaniego abrieron el camino hasta la población Nueve de Octubre. Inicialmente sólo se dirigían a este lugar con fines agrícolas y con el paso del tiempo fueron asentándose en la zona. El primer alcalde de Macas, sr. Telmo Robalino hizo el trazado de las calles para la población, todo el sector se llamaba Alshi.

En el año 1947 comenzó a funcionar la primera escuela y en el año 1948 se construyó la iglesia y llegó el sacerdote Domingo Barruecos. En la década de los años 60 se crea la parroquia Alshi – 9 de Octubre. En la década de los años 70 se construyen calles con material traído de lugares cercanos.

4.4.12 Estudio arqueológico: análisis bibliográfico

En la Región Amazónica Alta, se tiene trabajos arqueológicos que se enmarcan dentro de los Estudios de Impacto Ambiental, los mismos que se realizan para liberar áreas específicas a intervenir en un futuro inmediato. Wenke (1981) dice que a lo largo de la evolución cultural, grupos pequeños de cazadores

recolectores, dieron origen a grupos más grandes, funcionalmente interdependientes, con una organización social compleja en aspectos políticos, económicos y sociales.

Sin embargo, la mayoría de las investigaciones han sido realizadas como parte de proyectos integrales realizados en áreas comprendidas entre el sistema fluvial Zamora – Santiago (Ledergerber, 1995; Rostoker, 1996). En toda la zona Oriental y especialmente en la provincia de Morona Santiago existen múltiples cuevas rocosas. Se dice que estas cuevas se formaron en la época terciaria, aproximadamente 3500 a. C. Porras (1987) reporta la existencia de una cueva que la nombró la Cueva de Los Tayos con una ocupación entre 400 a. C. a 800 a. C., donde encontró cerámica y concha spondylus. Posterior a esta ocupación se dice que grupos humanos nómadas shuar en la época Inca y las mismas se siguen conservando. El resultado de estas investigaciones permitió identificar varios sitios arqueológicos: en Gualaquiza se tienen asentamientos en la cima de los cerros, con arreglo de estructuras con muros de piedra que posiblemente sirvieron para defensa, sitios que se encuentran entre los ríos Cuchipamba-Bomboiza-Zamora. Mientras que en Santiago se tiene acumulación poco profunda de desechos domésticos, principalmente en barranco de ríos; sitios que se encuentran en los barrancos de los ríos Cushapucu, Santiago y Mayalico. También ha sido posible la identificación de abrigos rocosos con enterramientos y vertientes de agua salada con tiestos. Con la información se identificaron diferentes ocupaciones, se han hecho comparaciones de material a través de cronología relativa y en pocos casos con fechamientos absolutos (Ledergerber, op. cit.).

Las investigaciones en la región de Gualaquiza realizadas por Ledergerber a partir del año 1983, reporta 28 posibles emplazamientos donde muy posiblemente diferencia los antiguos ocupantes de la ceja de montaña con los de tierras bajas. Sitios arqueológicos que los clasificó como sitios con estructuras de piedra y que aprovecharon el declive de la montaña, abrigos rocosos utilizados como tumbas, sitios abiertos y áreas con petroglifos. Se dice que hacia la región amazónica importantes evidencias han manifestado la continuidad de la sociedad Cañari en tierras orientales, es así que hacia 1994, P. Ledergerber realiza sus investigaciones plasmadas en cortas temporadas de campo que permitieron abrir una brecha desconocida hacia esta región suroriental. Estudio que se enmarcó en una arqueología con base en cartografía y fotografías aéreas reforzadas con salidas de campo, excavaciones de prueba, estudios topográficos, prospecciones y recolección de material, trabajo que permitió situar a esta región dentro de un marco cultural que todavía es desconocido (Ledergerber, 1983 y 1995).

José Prieto (1885) denomina Logroño al sitio arqueológico descubierto en 1815, en Gualaquiza, sin embargo, en la actualidad al sector se conoce como El Remanso. Este complejo arqueológico está en un cerro entre dos ríos que fluyen al río Cuchipamba, antes llamado Sangurima. Ledergerber (1995 y 2006) prueba que este complejo arqueológico es habitado inicialmente dentro del contexto del Periodo Formativo cerámico asociado a carbón, datado por BetaAnalytic # 179721, cal. 2630 a 2470 (95% de probabilidad), dice además que es comparable

a otros sitios de este periodo del Ecuador y más allá. El Remanso como otros sitios en Gualaquiza tiene varias fases culturales posteriores. Ledergerber (2006), con asistencia de la población, descubre una gran muralla y camino antiguo en la cima de El Remanso, éste une la Sierra con la Amazonia. También identificaron unas cuevas. El sitio Zapas/Cuyes trabajado por Ledergerber y los arqueólogos Hosler y Reyes, permitió contar con el levantamiento topográfico y excavaciones, en lo que se creía eran 3 sitios Manabí Chico, Cady y Zapas, en la Parroquia Nueva Tarqui. En base a un trabajo interdisciplinario realizado en la zona, descubren que se trata de un gran complejo arqueológico de más de 350 hectáreas cuadradas de ocupación cultural, tapadas por una densa y enmarañada vegetación, que fue limpiada parcialmente por razones de conservación, para no romper la simbiosis de los siglos entre las murallas y la intrincada biodiversidad, que hace mantener a las estructuras sin desmoronarlas. Este sitio es renombrado como Zapas/Cuyes tratando de conservar la toponimia, al estar éste extendido en el valle del río Cuyes con la confluencia del río Zapas. El complejo arqueológico es multifuncional, con muros y zanjas defensivas de piedra, terrazas, habitaciones, salas de reunión, bodegas, plaza, andenerías, un posible camino interregional, montículos, etc. Así mismo hicieron pruebas de pala, cortes estratigráficos, cateos en cuadriculas sistemáticamente planeadas. Lo identificaron y registraron tentativamente como un centro multifuncional Cañari, que en su etapa más reciente serviría como un centro administrativo Inca. El hacha de bronce de Zapas/Cuyes, Gualaquiza, encontrada allí en el 2002, puede ser uno de los identificadores culturales.
Las investigaciones de Rostain realizadas en el Sangay, plantea que entre los años 700 a. C a 400 d. C, en el valle del Upano ya se habían edificado montículos que fueron abandonados debido a una fuerte erupción del volcán Sangay, este mismo sitio fue reutilizado entre 700 d. C. - 1200 d. C., por otro grupo étnico denominado por su toponimia, Huapula, quienes les dieron un uso doméstico a dichos montículos, este grupo desaparece a los 1200 años después de Cristo (Rostain, 1998).

En Morona Santiago, para la década de los años 80´s, Jaime Idrovo (1998) registra áreas arqueológicas monumentales, catalogadas como complejos habitacionales relacionados a la cultura Upano y cronológicamente ubicados en Desarrollo Regional (Porras, 1987). IFEA (Instituto Francés de Estudios Andinos) desde el año 1995 financia investigaciones en la zona de Morona Santiago, sus resultados permitieron definir la existencia de una nueva fase cultural llamada Huapula y que fue ubicada dentro del periodo de Integración (700 -1200 d.C.); además relacionaron el material en el horizonte corrugado, tradicional de la región amazónica. Posteriormente, se realiza una serie de investigaciones que dejaron ver la ocupación de Huapula como un centro de poder social reflejado en la existencia de estructuras monumentales que les permitieron controlar el espacio (Rostain, 1998 y Salazar, 1999).

Arthur Rostoker (2005) dentro del proyecto Yaunchu (Z5D2-001), realizó un reconocimiento arqueológico en el medio Upano y define 10 montículos que conforman dos complejos, esto es en el sitio La Granja, 5 kilómetros al Sur de

Macas, los complejos se encuentran en una planicie bordeada al Oeste por la carretera Macas – Sucúa.

En el Valle Upano medio y bajo se realizó reconocimiento en el año 1996 donde se registraron aproximadamente 16 sitios arqueológicos alrededor de Sucúa y hacia el Sur, sitios que se caracterizan por la presencia de terraplenes y un sitio de montículos en el extremo sur de la aeropista municipal de Sucúa, muy próximo al Río Tutanangoza, que es un afluente de la Río Upano (Rostoker, 1996b). Se identificaron 16 presuntos sitios arqueológicos alrededor de Sucúa y más al Sur, que se caracterizan por la presencia de terraplenes.

En general, en la amazonia se dieron procesos culturales que se asocian a las zonas de estribaciones orientales, uno de los parámetros que se analizan está relacionado con la verticalidad o el control de pisos ecológicos que en la sierra es un tema bastante incursionado y se dice que sirvió para abastecer de recursos agrícolas a las sociedades, que en la época de cacicazgos tenía funciones a más de la subsistencia, servía el excedente para pago de tributos, que para Salazar representa en las sociedades amazónicas, un grado de complejidad política suficiente.

Los estudios realizados en el Valle de Río Cuyes dieron como resultado, a más de otras evidencias, la existencia de dieciocho sitios monumentales, de los cuales dos ya no existen por desarrollo de infraestructura moderna en los pueblos de San Miguel de Cuyes y Ganazhuma. Los demás comprenden por ejemplo, tres conjuntos de terrazas; unas con revestimiento de piedra en Espíritu Playa; otras en san Miguel de Cuyes y en Nueva Zaruma. Concluye además que la función de los sitios pudo ser de varios tipos (Lara, 2010).

La Prospección arqueológica del proyecto Normandía, realizada en el año 2013, identificó sitios arqueológicos compuestos por terrazas con evidencias de restos materiales (cerámica en especial), logrando la identificación de 16 sitios y 2 non sitios.

4.4.13 Marco teórico referencial

En el Ecuador y en especial en las provincias amazónicas, se han identificado, registrado e investigados varios sitios arqueológicos que revisten importancia social y cultural, sin embargo, en los últimos años no ha sido posible detener el avance de la modernidad y sobre todo la implementación de proyectos de desarrollo local y nacional que benefician al país, por lo que se han aplicado con mayor énfasis, mecanismos de acción en áreas de intervención, a partir de los cuales se ha tratado de rescatar información de sitios arqueológicos en áreas cercanas o de influencia de dichos sitios. Esto ha ayudado a preservar, proteger y mantener bienes patrimoniales pertenecientes al Estado Ecuatoriano, a partir de las consecuentes recomendaciones en el caso de la presencia de material cultural, buscando vincular el pasado con el presente.

Para poder saber quiénes y cómo vivieron los pobladores de un determinado sector es de suma importancia, se ha tratado de vincular la relación hombre – ambiente, como parte de la Ecología Humana, que representa el comportamiento humano en toda su variabilidad y que está relacionado con el ambiente físico y geográfico, la organización social y sus contradicciones internas, el impacto de las fuerzas externas, la dinámica política interna y las relaciones políticas externas" (Moran s/f: 25-26) con el propósito de poder comprender el aprovechamiento del espacio y las modificaciones del entorno geográfico cultural.

Para determinar procesos de ocupación, la arqueología proporciona pautas para determinar el tipo de evidencias utilizadas como parte de las actividades humanas en el pasado (Bate, 1998), en especial dentro de áreas definidas, que serán o han sido afectadas por las obras de infraestructura. Por lo tanto, la mejor defensa para los sitios prehistóricos e históricos es evitar su destrucción; para lograr esto es conveniente integrar en la misma etapa de planeamiento, la ubicación de los sitos más representativos: asentamientos, tumbas/cementerios, petroglifos, para evitar el daño o destrucción y mitigar los efectos negativos por medio de un programa de investigación.

Para determinar procesos de ocupación, la arqueología proporciona pautas para determinar el tipo de evidencias utilizadas como parte de las actividades humanas en el pasado (Bate, 1998), en especial dentro de áreas definidas, que serán o han sido afectadas por las obras de infraestructura. Por lo tanto, la mejor defensa para los sitios prehistóricos e históricos es evitar su destrucción; para lograr esto es conveniente integrar en la misma etapa de planeamiento, la ubicación de los sitos más representativos: asentamientos, tumbas/cementerios, petroglifos, para evitar el daño o destrucción y mitigar los efectos negativos por medio de un programa de investigación.

4.4.14 Metodología

Las implicaciones directas para la protección del patrimonio arqueológico, se refiere a las exigencias técnicas y legales que deben cumplirse a cabalidad para evitar su destrucción o completo deterioro. Estas obras requieren la obtención de una licencia ambiental que se otorga previo al inicio de actividades.

Con la aplicación de metodologías propias de investigaciones arqueológicas por contrato, se fueron perfilando técnicas de investigación previas a la excavación y que se han orientado a optimizar información para conocer el pasado de una región.

El reconocimiento arqueológico es visto como la exploración del terreno para la búsqueda y registro de sitios arqueológicos, mediante la aplicación de técnicas eficientes que permiten recuperar datos necesarios para plantear hipótesis de ocupación de un determinado espacio cultural.

Este tipo de investigación para los grandes proyectos de infraestructura, es científica y está orientada a identificar y caracterizar bienes y contextos arqueológicos que existan en el área de dichos proyectos. Con ello se prevé evaluar los niveles de afectación sobre el patrimonio arqueológico por la construcción, desarrollo y operación de la obra, así como formular y aplicar medidas de manejo a que haya lugar.
La prospección es el conjunto de trabajos de campo y de laboratorio, previos a la excavación arqueológica, y que incluyen sobre todo, la exploración de un área con la finalidad de encontrar el mayor número posible de sitios o yacimientos arqueológicos que existan, utilizando para ello la observación directa y en caso de no encontrar vestigios en superficie se usa pruebas de pala, pozos de sondeo o cateos.

Los resultados de la prospección posibilitan una mejor selección de los sitios a excavar, de aquello que sólo deben ser sondeados, o protegidos y preservados para la investigación futura. El hallazgo de vestigios culturales permite realizar una definición preliminar de las áreas y sitios arqueológicos. Para la definición y diferenciación de ellos, la presente investigación se basó en la siguiente clasificación: sectores de alta, media y baja densidad de material cultural (cerámica, lítica, malacológica, etc.).

Trabajo de gabinete.- La metodología empleada para el presente estudio, tuvo relación en primer lugar con la consulta bibliográfica de los informes arqueológicos referidos a diagnósticos, prospecciones, reconocimientos y rescates, que se encuentran en asociación con la zona de investigación. Se analizó la información bibliográfica arqueológica que se tiene para el área de estudio. La información recopilada, analizada y resumida en este informe, servirá de base para generar medidas de prevención y protección de sitios arqueológicos para evitar la destrucción del patrimonio arqueológico por el avance de las actividades antrópicas.

Investigación bibliográfica.- Antes de salir a realizar el trabajo de campo, se hizo una recolección de información que existe sobre la zona de estudio. Esta información se conforma por investigaciones arqueológicas inéditas, publicaciones de libros y artículos, mapas. Informes que son referidos a otros proyectos de investigación desarrollados en áreas vinculadas.

Se hizo revisión de la información que ofrece el Ábaco (sistema de información) del INPC, donde se encuentran los resultados de sitios arqueológicos identificados y registrados para proyecto Decreto de Emergencia del Patrimonio.

Investigación cartográfica.- Consiste en la recopilación, estudio y análisis de planos, levantamientos topográficos y arqueológicos del área de estudio, cartas de IGM, planos antiguos y fotografía aérea de la zona.

Reflexión crítica.- Se refiere a un proceso lógico de ordenar y valorar de manera crítica la información proveniente de las investigaciones anteriores y los resultados

parciales del trabajo de campo, mediante procesos de deducción e inferencia para llegar a conclusiones más acertadas.

Discusión.- Exposición y confrontación de información y resultados obtenidos, en el aporte de nueva información para el planteamiento de preguntas y respuestas, útil para definir las conclusiones del informe.

Procesamiento final de información.- Consiste en la sistematización y análisis de información recopilada y datos de campo obtenidos, la determinación de posibles impactos, discusión y determinación de conclusiones y recomendaciones pertinentes para la elaboración del informe técnico.

Trabajo de campo.- Los límites de la prospección se establecieron según criterios técnicos, sin embargo, es importante acotar que, una vez en el lugar de trabajo, estos límites fueron considerados en función a límites naturales y culturales, también se tomó en cuenta estudios existentes sobre geología y edafología de la zona. La prospección en este caso consistió en el muestreo debido al poco tiempo con el que se contaba. En el muestreo se trató de elegir la fracción más representativa posible.

Recorrido del área, pruebas de pala y cateos.- El área de prospección determinada, fue delimitada en una carta topográfica y en los planos existentes proporcionados por la empresa; por tratarse de un área donde se ejecutarán varias obras, se hizo una sectorización entre línea de conducción, casa de máquinas.

El recorrido de campo se realizó primero ubicando en el terreno la delimitación del área de estudio teniendo como base las coordenadas del proyecto. Se realizó un muestreo al interior de cada sector, haciendo recorridos pedestres y excavación de pruebas de pala en la línea de conducción y de transmisión, mientras que en el área para casa de máquinas también se excavaron cateos. Esto permitió identificar tres áreas con aterrazamientos. El área de estudio ha sido afectada por la constante actividad agrícola que por muchos años se desarrolló, lo que ha provocado la remoción constante de los depósitos superficiales de suelo, además está cerca la población de 9 de Octubre.

Las pruebas de pala (PP) que se realizaron en la línea de conducción tuvieron como referencia tres ejes (derecha, centro, izquierda), en los que se excavaron 60 PP separadas cada 40 m. Se partió desde la coordenada de inicio, la misma que comienza desde la casa de máquina del proyecto hidroeléctrico Normandía en dirección NE.

Los cateos fueron distribuidos en el espacio destinado a la construcción de la casa de máquinas. En total se realizaron 5 cateos en toda el área, los mismos que midieron 1 m² cada uno, con profundidades variables, de acuerdo con las características y compactación del suelo. Las profundidades hasta 0.60 m.

Descripción del método.- La estrategia de prospección adoptada tuvo un carácter muestreal. El resultado es un registro de evidencias monumentales que se encuentra en superficie, como de las características y estado de conservación de los mismos. El sistema de muestreo permitió obtener un registro de las evidencias que se encuentran alteradas por las actividades agrícolas y ganaderas que se han desarrollado en la zona durante mucho tiempo.

En todo el desarrollo del trabajo se contó con un equipo técnico con experiencia previa en prospecciones de superficie.

Para el registro de información cada técnico llevó un GPS, tomando una posición cada vez que localiza en superficie cualquier tipo de evidencia a lo largo del recorrido, también se realizaron cateos en la terraza donde se ubicará la casa de máquinas. El resultado fue una distribución de puntos que refleja ausencia de materiales cerámicos.

La metodología utilizada se circunscribe a un estudio y análisis de los datos expuestos en libros, documentos e informes técnicos que se encuentran en los archivos del I.N.P.C de Quito, de los investigadores que han ejecutado trabajos en esta zona geográfica, de igual forma se realizará un análisis de mapas entregados por la empresa consultora y cartas topográficas del IGM.

En efecto, sobre la base de una compilación exhaustiva de información secundaria de tipo ambiental, histórico y arqueológico, así como de una inspección general del área de estudio, de la visita a colecciones arqueológicas particulares y públicas y de la interlocución con los habitantes del área, en esta fase se define, en términos generales, cuáles son las características arqueológicas del área.

Finalmente en términos de la bibliografía, se utilizaron las referencias de estudios publicados que tienen relación con el área de estudio.

La metodología es la de "una revisión crítica" de todos los informes técnicos realizados en la región, incluyendo la prospección del proyecto hidroeléctrico, como de otras investigaciones realizadas en su cercanía, además mencionaremos muy parcialmente la información obtenida en los últimos años en otras zonas en la amazonia ecuatoriana. Esta información se ha sistematizado con la finalidad de asociar hallazgos tanto dentro como fuera de la región de estudio.

Se inició una revisión crítica de la información de investigaciones dentro de los estudios de impacto con lo que se conoce de la región y sobre las sociedades pretéritas que se asocian a los hallazgos obtenidos en estas zonas estudiadas.

4.4.15 Área de intervención

El trabajo comenzó con la ubicación en el terreno de las coordenadas con los linderos del área de estudio, posteriormente se hizo la sectorización del área de estudio.

Esta sectorización tuvo como finalidad tener espacios manejables para poder aplicar la metodología propuesta para cada sector. El resultado de esta sectorización definitiva fue la división de tres sectores: línea de conducción y casa de máquinas y línea de transmisión

Se realizó un reconocimiento en el área de implementación del proyecto, la misma que por mucho tiempo ha sido utilizada para actividades agrícolas por lo que tiene como parte de la capa vegetal suelo limoso seguido en la mayor parte de los espacios por un depósito compacto tipo cangahua, con desniveles regulares. Las coordenadas están en sistema WGS 84.

4.4.15.1 Línea de Conducción

Se hicieron pruebas de pala, de las cuales 11 están ubicadas en las 10 terrazas de los dos sitios arqueológicos identificados.

DESCRIPCIÓN	PP / CATEO	Pi	COORDENADAS WGS 84			OBSERVACIÓN
			ESTE	NORTE	ALTURA	
		1	803832	9753782	1798	
		2	803857	9753790	1621	
Centro	1		803856	9753790	1582	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	2		803850	9753799	1583	Sin evidencias de material cultural
Derecha	3		803861	9753789	1578	Quebrada
Inicio cañaveral		73	803867	9753797	1574	Inicio zona cañaveral
Centro	4		803889	9753785	1584	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	5		803891	9753788	1587	Sin evidencias de material cultural
Derecha	6		803891	9753785	1585	Sin evidencias de material cultural
Fin cañaveral		74	803904	9753791	1584	Fin de zona cañaveral
Riachuelo			803914	9753788	1583	Riachuelo dentro de quebrada
Fin quebrada			803944	9753781	1583	Fin de quebrada
Centro	7		803958	9753780	1580	Sin evidencias de material cultural
Derecha	8		803960	9753766	1583	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	9		803959	9753790	1582	Pendiente
Pantano			803977	9753776	1582	Inicio zona pantanosa
Pantano			804234	9753820	1579	Fin de zona pantanosa
		3	804187	9753836	1621	
		4	804439	9753827	1621	
Centro	10		804445	9753827	1598	Sin evidencias de material cultural
Derecha	11		804450	9753815	1599	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	12		804445	9753835	1596	Pendiente
		5	804544	9753871	1620	
Riachuelo			804551	9753850	1590	Riachuelo
Pantano			804573	9753876	1592	inicio de zona pantanosa
Centro	13		804589	9753881	1594	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	14		804590	9753888	1595	Sin evidencias de material

DESCRIPCIÓN	PP / CATEO	Pi	COORDENADAS WGS 84			OBSERVACIÓN
			ESTE	NORTE	ALTURA	
						cultural
Derecha	15		804593	9753872	1595	Sin evidencias de material cultural
Centro	16		804663	9753930	1589	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	17		804662	9753938	1589	Sin evidencias de material cultural
Derecha	18		804665	9753922	1591	Sin evidencias de material cultural
Fin pantano			804751	9754009	1589	Fin de zona pantanosa
		6	804664	9753978	1620	-
			804711	9753911	1580	
		7	804784	9754035	1620	
Pantano			804783	9754022	1578	Inicio zona pantanosa
Fin pantano/Inicio bosque			805044	9754027	1571	Fin zona pantanosa / Inicio Bosque
Quebrada			805073	9754022	1571	quebrada
Fin bosque			805120	9754003	1570	Fin de Bosque
Centro	19		805230	9753993	1593	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	20		805232	9753985	1593	Sin evidencias de material cultural
Derecha	21		805235	9753975	1594	Sin evidencias de material cultural
			805278	9754002	1577	
Derrumbe		8	805289	9754036	1620	Zona de derrumbes
Derrumbe		9	805302	9754049	1619	Zona de derrumbes
Derrumbe		10	805385	9754070	1619	Zona de derrumbes
Pendiente abrupta		11	805443	9754125	1619	Pendiente abrupta
			805494	9754146	1567	
			805513	9754155	1565	
		12	805556	9754147	1619	
Inicio quebrada		13	805605	9754209	1619	Inicio de Quebrada con cañaveral
Fin quebrada			805635	9754196	1584	fin de Quebrada con cañaveral
Peña			805627	9754298	1567	Peñasco a 60m del Rio
Peña		14	805646	9754309	1620	Peñasco a 60m del Rio
Peña		15	805685	9754351	1620	Peñasco a 60m del Rio
Peña			805722	9754445	1600	Peñasco a 60m del Rio
Peña		16	805684	9754470	1620	Peñasco a 60m del Rio
Peña		17	805608	9754499	1619	Peñasco a 60m del Rio
Peña		18	805565	9754530	1619	Peñasco a 60m del Rio
Semipantano		19	805538	9754616	1621	Zona semipantanosa
Derecha	22		805531	9754614	1576	Sin evidencias de material cultural
Centro	23		805529	9754616	1575	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	24		805524	9754617	1575	Sin evidencias de material cultural
Pantano		20	805546	9754691	1619	Zona pantanosa
			805556	9754681	1578	
Pastizal Semipantano			805635	9754737	1583	Zona de pastizal semipantanosa
Centro	25		805652	9754760	1584	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	26		805646	9754762	1583	Sin evidencias de material cultural
Derecha	27		805657	9754750	1586	Sin evidencias de material cultural

DESCRIPCIÓN	PP / CATEO	Pi	COORDENADAS WGS 84			OBSERVACIÓN
			ESTE	NORTE	ALTURA	
Derecha	28		805680	9754769	1586	Sin evidencias de material cultural
Centro	29		805673	9754777	1584	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	30		805668	9754781	1584	Sin evidencias de material cultural
Derecha	31		805695	9754788	1586	Sin evidencias de material cultural
Centro	32		805692	9754792	1586	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	33		805688	9754799	1586	Sin evidencias de material cultural
Derecha	34		805716	9754806	1589	Sin evidencias de material cultural
Centro	35		805709	9754814	1587	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	36		805705	9754822	1586	Sin evidencias de material cultural
Centro	37		805722	9754841	1585	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	38		805711	9754847	1584	Sin evidencias de material cultural
Derecha	39		805727	9754835	1586	Sin evidencias de material cultural
Derecha	40		805742	9754858	1582	Sin evidencias de material cultural
Centro	41		805735	9754866	1582	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	42		805724	9754873	1577	Sin evidencias de material cultural
Centro	43		805746	9754895	1582	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	44		805739	9754898	1581	Sin evidencias de material cultural
Derecha	45		805759	9754888	1583	Sin evidencias de material cultural
Derecha	46		805773	9754919	1578	Sin evidencias de material cultural
Centro	47		805767	9754918	1577	Sin evidencias de material cultural
Izquierda	48		805757	9754925	1576	Sin evidencias de material cultural
Fin pastizal Semipantano		21	805763	9754924	1618	Fin zona de pastizal semipantanosa
Inicio bosque			805832	9754925	1576	Inicio de Bosque
Fin bosque			805867	9754938	1574	Fin de Bosque e inicio sembríos de Maíz
Sembríos maíz		22	806005	9754921	1619	sembrío de Maíz
Fin sembríos			806170	9754759	1582	Fin de Sembríos
Camino secundario			806170	9754759	1582	Camino secundario e hito GPS 11 / Maizal
Maizal			806213	9754751	1578	Zona de maizal
Pendiente			806266	9754747	1578	pendiente
Inicio bosque /ladera			806296	9754745	1577	Inicio de Bosque con ladera
Bosque		23	806291	9754759	1618	Bosque
Bosque			806326	9754709	1560	Bosque
Bosque		24	806373	9754742	1618	Bosque
Bosque		25	806386	9754780	1618	Bosque

DESCRIPCIÓN	PP / CATEO	Pi	COORDENADAS WGS 84			OBSERVACIÓN
			ESTE	NORTE	ALTURA	
Bosque			806423	9754778	1582	Bosque
Bosque			806438	9754842	1564	Bosque
Bosque			806492	9754818	1568	Bosque
Bosque		26	806490	9754827	1618	Bosque
Bosque			806534	9754811	1559	Bosque
Bosque		27	806605	9754848	1618	Bosque
Fin bosque / ladera			806661	9754792	1566	Fin de Bosque con ladera
			806668	9754783	1575	
Inicio pendiente			806857	9754709	1586	Inicio de Peñasco
Pendiente		28	806911	9754748	1617	Peñasco
Pendiente		29	807008	9754771	1617	Peñasco
Pendiente			807017	9754709	1580	Peñasco
Pendiente		30	807059	9754769	1843	Peñasco
Pendiente		31	807125	9754800	1618	Peñasco
Pendiente		32	807265	9754854	1618	Peñasco
Pendiente			807129	9754797	1569	Peñasco
Pendiente		33	807333	9755064	1618	Peñasco
Fin pendiente		34	807365	9755114	1617	Fin de Peñasco
			807499	9755189	1568	
		35	807577	9755163	1617	
Terraza 1	49		807572	9755164	1580	Sin evidencias de material cultural
Terraza 1	50		807569	9755160	1580	Sin evidencias de material cultural
Terraza 2	51		807575	9755179	1576	Sin evidencias de material cultural
Terraza 3	52		807564	9755193	1575	Sin evidencias de material cultural
Terraza 3	53		807579	9755198	1573	40 cm b/s se evidenciaron 25 fragmentos cerámicos en concentración.
Riachuelo		36	807642	9755081	1617	Riachuelo S/N
Pendiente abrupta			807653	9755107	1548	Subida de Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			807832	9755096	1550	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta		37	807858	9755116	1617	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta		38	807918	9755227	1616	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta		39	807999	9755188	1619	Pendiente Fuerte
Quebrada			808001	9755196	1548	Quebrada
Pendiente abrupta		40	808009	9755192	1617	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			808043	9755259	1553	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta		41	808041	9755268	1615	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			808150	9755256	1560	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta		42	808160	9755263	1614	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			808160	9755285	1541	Riachuelo S/N
Pendiente abrupta			808196	9755301	1553	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta		43	808200	9755300	1615	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta		44	808231	9755303	1615	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			808264	9755369	1562	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta		45	808258	9755386	1615	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			808284	9755384	1567	Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta		46	808330	9755443	1614	Pendiente Fuerte
Inicio bosque/pendiente abrupta		47	808422	9755456	1615	Inicio de Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		48	808488	9755591	1615	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			808491	9755562	1566	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			808498	9755567	1567	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		49	808548	9755624	1615	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		50	808552	9755711	1615	Bosque con Pendiente Fuerte

DESCRIPCIÓN	PP / CATEO	Pi	COORDENADAS WGS 84			OBSERVACIÓN
			ESTE	NORTE	ALTURA	
Abscisa 6+380			808490	9755562	1566	Baliza encontrada 6+380
Bosque/pendiente		51	808803	9755839	1615	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		52	808963	9755920	1614	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			808958	9755921	1564	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			808994	9755927	1567	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			809026	9755935	1565	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			809053	9755962	1568	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		53	809046	9755965	1614	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		54	809065	9755978	1614	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			809147	9756041	1558	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		55	809146	9756047	1615	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			809178	9756099	1553	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			809194	9756122	1553	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			809199	9756122	1554	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		56	809201	9756127	1799	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			809241	9756163	1551	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		57	809242	9756158	1800	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		58	809247	9756191	1814	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			809255	9756197	1551	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		59	809261	9756208	1845	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			809255	9756214	1542	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		60	809285	9756229	1829	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			809340	9756304	1553	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		61	809337	9756314	1806	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente			809365	9756346	1549	Bosque con Pendiente Fuerte
Bosque/pendiente		62	809362	9756349	1780	Bosque con Pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			809363	9756357	1544	Balizas encontradas en subida de pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			809413	9756347	1579	Balizas encontradas en subida de pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			809536	9756381	1631	Balizas encontradas en subida de pendiente Fuerte
			809572	9756414	1632	
Terraza 1	55		809591	9756455	1641	Sin evidencias de material cultural
Terraza 2	56		809581	9756436	1637	Sin evidencias de material cultural
Terraza 3	57		809576	9756426	1635	Sin evidencias de material cultural
Terraza 4	58		809572	9756414	1632	Sin evidencias de material cultural
Terraza 5	59		809564	9756391	1625	Sin evidencias de material cultural
Terraza 6	60		809555	9756397	1625	Sin evidencias de material cultural
Pendiente abrupta			809978	9756495	1447	Bajada de pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			809895	9756474	1490	Bajada de pendiente Fuerte
Pendiente abrupta		80	809830	9756459	1625	Bajada de pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			809780	9756457	1530	Bajada de pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			809746	9756442	1540	Bajada de pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			809763	9756474	1539	Bajada de pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			809680	9756423	1583	Bajada de pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			809642	9756411	1611	Bajada de pendiente Fuerte
Pendiente abrupta			809579	9756396	1626	Bajada de pendiente Fuerte
Pendiente abrupta		81	810000	9756502	1608	Entrada a Casa de Máquinas
		82	810078	9756522	1608	

Tabla 4. 138: Ubicación Pruebas de Pala
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Las pruebas de pala fueron hechas con dimensión promedio de 0.40m x 0.40m con una profundidad máxima de 60 cm. Cuando el nivel freático era muy elevado, se alcanzaron profundidades de 30 o 35 cm bajo superficie actual del terreno.

Durante este proceso, la excavación de pruebas de pala (PP) permitió el registro de 2 depósitos bajo la capa vegetal, los mismos que se describen a continuación:

Capa Vegetal de 12 cm de espesor. Suelo suave de color negro con raíces de pasto, sin material cultural.

Depósito 1 (D1) con espesor promedio de 18 cm. Suelo suave arcilloso de color café, sin registro de material cultural.

Depósito 2 (D2) donde la excavación alcanzó entre 24 y 30 cm, pero cuando el nivel freático era muy elevado se excavó entre 5 y 20 cm del depósito. Es suelo arcilloso de color café amarillento, en su mayoría sin registro de evidencias culturales. Sólo en la PP 53 se encontraron restos cerámicos a los 40 cm bajo superficie, los mismos que fueron registrados y clasificados en diagnósticos y no diagnósticos, recuperándose los pocos diagnósticos para su correspondiente revisión y análisis, entre este material se tienen 4 fragmentos de cerámica decorados y una preforma de hacha.

Teniendo como referencia los Pi se partió desde el Pi 1 en las coordenadas 803832E / 9753782N a una altura de 1582 msnm, hasta e Pi 2 en las coordenadas 803857E / 9753790N a una altura de 1583 msnm, donde se encontró una superficie poco pantanosa.

En las coordenadas 803861E / 9753789N a una altura de 1578 msnm, no se realizó PP por presencia de pequeña quebrada de 12m que va en dirección SE-NW y se une al Rio Upano, a unos 50 m aproximadamente.

Se encontró zona de cañaveral entre las coordenadas 803867E / 9753797N a una altura de 1574 msnm, hasta las coordenadas 803904E / 9753791N a una altura de 1584 msnm.

Desde las coordenadas 803904E / 9753791N a una altura de 1582 msnm, hasta las coordenadas 803944E / 9753781N a una altura de 1583 msnm, zona de quebrada. Parte baja de quebrada sobre riachuelo en las coordenadas 803914E / 9753788N a una altura de 1583 msnm.

También se encontró una zona baja semi pantanosa con vegetación de gramalote para ganado, área seguida por pendiente pronunciada.

Zona pantanosa desde las coordenadas 803977E / 9753776N a una altura de 1582 msnm, hasta las coordenadas 804234E / 9753820N a una altura de 1579 msnm.

Siguiendo el recorrido se tiene zona alta pantanosa con vegetación de gramalote para ganado, hacia el Norte y Oeste pendiente de loma, filo se ubica en las coordenadas 804445E / 9753835N a una altura de 1596 msnm; al Este tenemos potrero con superficies semi planas.

La línea pasa cerca de una Quebrada s/n, la misma que se ubica en las coordenadas 804551E / 9753850N a una altura de 1590 msnm.

Desde las coordenadas 804573E / 9753876N a una altura de 1592 msnm, hasta las coordenadas 804751E / 9754009N a una altura de 1589 msnm tenemos zona pantanosa donde se realizan 6 pruebas de palas.

Desde las coordenadas 804783E / 9754022N a una altura de 1572 msnm, hasta las coordenadas 805044E / 9754027N a una altura de 1571 msnm, tenemos una zona pantanosa, finalizando la zona pantanosa tenemos inicio de bosque con quebrada hasta las coordenadas 805120E / 9754003N a una altura de 1570 msnm, fin del bosque. Cerca se encontró el GPS-N9.

Entre los Pi 8, 9 y 10 no se realizan pruebas de palas por estar en zona de derrumbe junto al rio; y Pi 11 se ubica en zona de pendiente en las coordenadas 805443E / 9754125N a una altura de 1619 msnm.

En el Pi 13 inicio de Quebrada con área de cañaveral, maizal y ladera desde las coordenadas 805636E / 9754196N a una altura de 1584 msnm, hasta las coordenadas 805630E / 9754265N a una altura de 1566 msnm.

Entre los Pi 14, 15, 16, 17 y 18 no se encuentra acceso ya que esos puntos se ubican en despeñadero a 60m junto al rio, esto desde las coordenadas 805627E / 9754298N a una altura de 1567 msnm hasta las coordenadas 805565E / 9754530N, a una altura de 1619 msnm. Área semi pantanosa en el Pi 19 y en Pi 20 área pantanosa en las coordenadas 805556E / 9754681N a una altura de 1578 msnm.

Desde las coordenadas 805635 E / 9754737N a una altura de 1583 msnm, hasta el Pi 21 en las coordenadas 805763E / 9754924N a una altura de 1578 msnm tenemos una zona de pastizal semi pantanosa con un relieve irregular de ligeras elevaciones hacia el NW tenemos pendiente pronunciada hacia el Rio Upano, hacia el Sur y Este tenemos potrero.

Inicio de bosque desde las coordenadas 805832E / 9754925N a una altura de 1576 msnm, hasta las coordenadas 805867E / 9754938N a una altura de 1574 msnm, e inicio de sembríos de maíz hasta las coordenadas 806170 / 9754759 a una altura de 1582 msnm, en los terrenos del Sr. Luis Chacha donde no se realizan pruebas de palas ya que el Sr no permitió.

En las coordenadas 806170E / 9754759N a una altura de 1582 msnm ubicamos Punto de referencia GPS-N11, inicio de sembríos de maíz hasta las coordenadas 806213E / 9754751N a una altura de 1578 msnm.

Entre los Pi 23, 24, 25, 26 y 27 no se realizan pruebas de palas ya que se ubican en bosque con ladera, desde las coordenadas 806296E / 9754745N a una altura de 1577 msnm, hasta las coordenadas 806661E / 9754792N a una altura de 1566 msnm.
Los Pi 28 hasta Pi 34 se ubican en peñasco con difícil acceso, desde las coordenadas 806857E / 9754709N a una altura de 1586 msnm hasta las coordenadas 807365E / 9755114N a una altura de 1617 msnm.

Desde el Pi 36 en las coordenadas 807653E / 9755107N a una altura de 1548 msnm hasta el Pi 39, en las coordenadas 807999E / 9755188N a una altura de 1548 msnm, subida de ladera con pastizal.

Entre los Pi 39 y 40 tenemos quebrada en las coordenadas 808001E / 9755196N a una altura de 1548 msnm.

Desde el Pi 40 hasta el Pi 42 la línea va por pendiente pronunciada con pastizal.

Entre los Pi 42 y Pi 43 tenemos riachuelo s/n en las coordenadas 808160E / 9755285N a una altura de 1541 msnm.

Entre los Pi 43, 44, 45, 46, y 47 la línea cruza por las pendientes de lomas desde las coordenadas 808196E / 9755301N a una altura de 1553 msnm, hasta las coordenadas 808422E / 9755456N a una altura de 1585 msnm.

Desde el Pi 47 al inicio de bosque sobre pendiente del peñasco en las coordenadas 808422E / 9755456N a una altura de 1585 msnm, hasta el punto GPS 51 en las coordenadas 808826E / 9755829N a una altura de 1574 msnm, la línea cruza por pendiente pronunciada con difícil acceso.

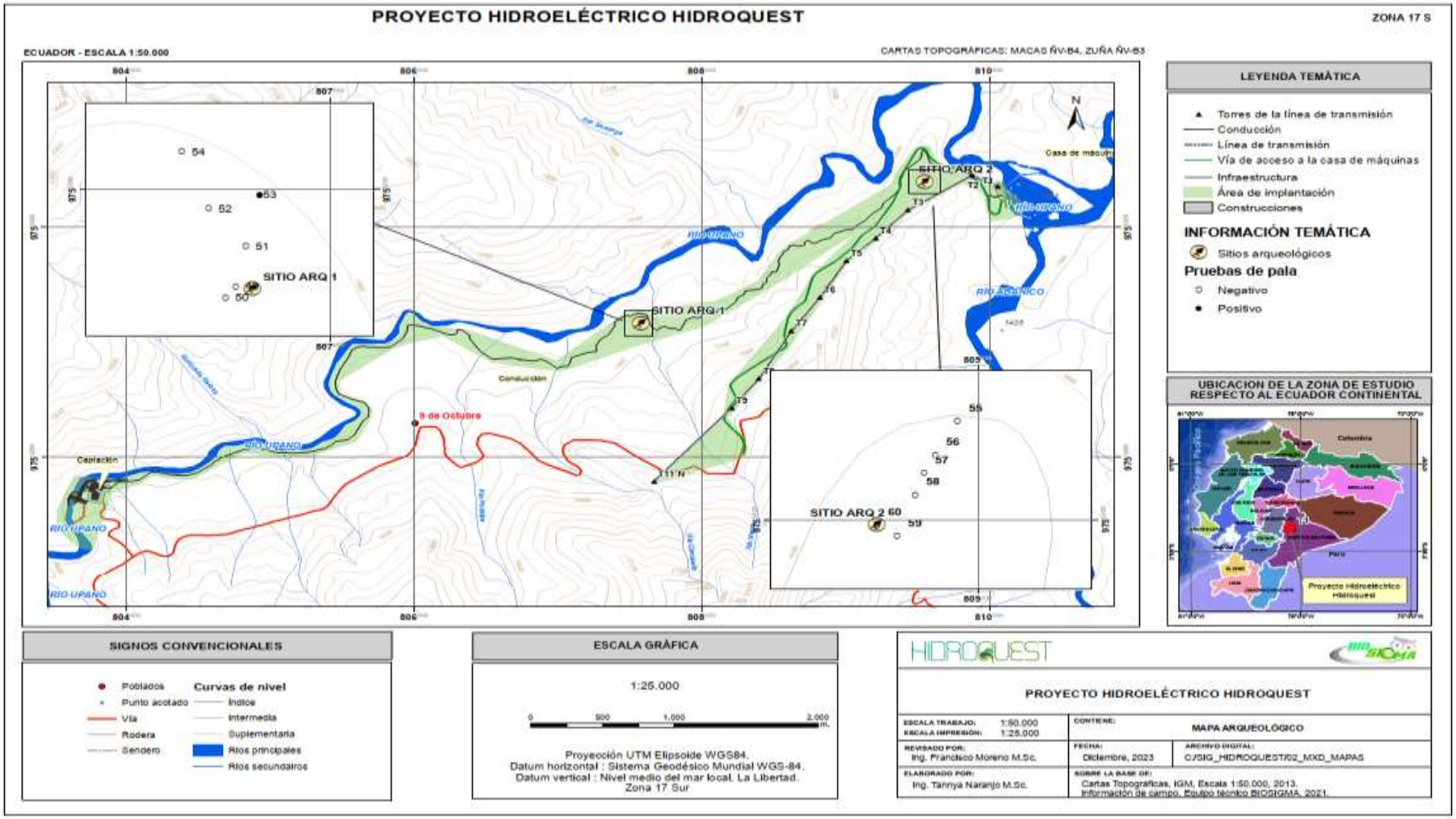
En las coordenadas 808490E / 9755562N a una altura de 1566 msnm, se encuentra una baliza con referencia de 6+380km, cruzando por 2 quebradas en las coordenadas 808540E / 9755593N a una altura de 1549 msnm, y en las coordenadas 808570E / 9755715N a una altura de 1564 msnm.

Desde el Pi 52 bosque sobre pendiente del peñasco en las coordenadas 808963E / 9755920N a una altura de 1586 msnm, hasta el Pi 62 en las coordenadas 809363E / 9755357N a una altura de 1579 msnm, la línea cruza por pendiente pronunciada con difícil acceso.

No se realizan los Pi 63 hasta el Pi 72 ya que la línea de conducción se visualiza por la ladera de loma, la cual no tiene acceso.

Desde el Pi 62 en las coordenadas 809365E / 9756346N a una altura de 1549 msnm, subiendo hacia el Este por pendiente pronunciada con deslave se observan balizas por la pendiente hasta las coordenadas 809536E / 9756381N a una altura de 1631 msnm, en la cima de la loma.

Descendiendo hacia el este desde las coordenadas 809579E / 9756396N a una altura de 1626 msnm, se ubican balizas que van por la pendiente los mismo que se dirigen hacia la ubicación de casa de máquinas en las coordenadas 809978E / 9756495N a una altura de 1447 msnm.



Mapa 4. 27: Mapa de sitios arqueológicos
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Sitios Arqueológicos identificados

Sitio Arqueológico 1.

En las coordenadas 807577E / 9755163N a una altura de 1580 msnm sobre el Pi 35 ubicamos un conjunto de 4 Terrazas que descienden en dirección Sur-Norte, hacia el Este y Oeste tenemos pendiente.

Figura 4. 137: Panorámica de S-N

Figura 4. 138: Área de Sitio Arqueológico 1 Pi 35

Terraza 1.

Se ubica en las coordenadas 807572 E / 9755164N a una altura de 1580 msnm, Cima de lomita de 15m de N-S x 7m E-W, donde se realizan 2 pruebas de palas (PP 49 y 50).

Prueba de pala 49.- Se ubica en las coordenadas 807572E / 9755164N a una altura de 1580 msnm, su dimensión de 0.50m x 0.50m x 0.53m de profundidad, donde se registraron 2 depósitos bajo la capa vegetal.

Capa Vegetal de 0 - 10 cm. Suelo suave de color negro con raíces de pasto, sin material cultural.

Depósito 1 de 10 – 37 cm. Suelo suave arenoso de color café, sin registro de material cultural.

Depósito 2 de 37 – 53 cm. Suelo suave limo arenoso de color café amarillento, sin registro de evidencias culturales.

Figura 4. 139: Realizando PP

Figura 4. 140: Perfil Norte

Prueba de pala 50.- Se ubica en las coordenadas 807569E / 9755160N a una altura de 1580 msnm, su dimensión de 0.40m x 0.40m x 0.55m de profundidad, donde se registraron 2 depósitos bajo la capa vegetal.

Capa Vegetal de 0 - 11 cm. Suelo suave de color negro con raíces de pasto, sin material cultural.
Depósito 1 de 11 – 36 cm. Suelo suave arenoso de color café, sin registro de material cultural.

Depósito 2 de 36 – 55 cm. Suelo suave limo arenoso de color café amarillento, sin registro de evidencias culturales.

Figura 4. 141: Realizando PP

Figura 4. 142: Perfil Oeste

Terraza 2

Se ubica en las coordenadas 807575E / 9755179N a una altura de 1576 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 6m de N-S x 10m E-W, donde se realiza 1 prueba de pala (PP 51).

Prueba de pala 51.- Se ubica en las coordenadas 807575E / 9755179N a una altura de 1576 msnm, su dimensión de 0.40m x 0.40m x 0.50cm de profundidad, donde se registraron 2 depósitos bajo la capa vegetal.

Capa Vegetal de 0 - 10 cm. Suelo suave de color negro con raíces de pasto, sin material cultural.
Depósito 1 de 10 – 30 cm. Suelo suave arenoso de color café, sin registro de material cultural.

Depósito 2 de 30 – 50 cm. Suelo suave limo arenoso de color café amarillento, sin registro de evidencias culturales.

Figura 4. 143: Realizando PP

Figura 4. 144: Perfil Sur

Terraza 3

Se ubica en las coordenadas 807573E / 9755197N a una altura de 1573 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 8m de N-S x 22m de E-W, donde se realizan 2 pruebas de palas (PP 52 y 53).

Prueba de pala 52.- Se ubica en las coordenadas 807564E / 9755193N a una altura de 1575 msnm, su dimensión de 0.50m x 0.50m x 0.50cm de profundidad, donde se registraron 2 depósitos bajo la capa vegetal.

Capa Vegetal de 0 – 11 cm. Suelo suave de color negro con raíces de pasto, sin material cultural.
Depósito 1 de 11 – 33 cm. Suelo suave arenoso de color café, sin registro de material cultural.

Depósito 2 de 33 – 50 cm. Suelo suave limo arenoso de color café amarillento, sin registro de evidencias culturales.

Figura 4. 145: Realizando PP

Figura 4. 146: Perfil Este

Prueba de pala 53.- Se ubica en las coordenadas 807579E / 9755198N a una altura de 1573 msnm, su dimensión de 0.70m x 0.60m x 0.60 de profundidad, donde se registraron 2 depósitos bajo la capa vegetal.

Capa Vegetal de 0 - 10 cm. Suelo suave de color negro con raíces de pasto, sin material cultural.

Depósito 1 de 10 – 36 cm. Suelo suave arenoso de color café, sin registro de material cultural.

Depósito 2 de 36 – 60 cm. Suelo suave limo arenoso de color café amarillento, a los 40 cm b/s se evidenciaron 25 fragmentos cerámicos en una pequeña concentración.

Figura 4. 147: Realizando PP

Figura 4. 148: Material cerámico D2 40cm b/s

Terraza 4

Se ubica en las coordenadas 807556E / 9755214N a una altura de 1570 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 6m de N-S x 10m E-W, donde se realiza 1 prueba de pala (PP 54).

Prueba de pala 54.- Se ubica en las coordenadas 807556E / 9755214N a una altura de 1570 msnm, su dimensión de 0.60m x 0.60m x 0.61m de profundidad, donde se registraron 2 depósitos bajo la capa vegetal.

Capa Vegetal de 0 - 9 cm. Suelo suave de color negro con raíces de pasto, sin material cultural.

Depósito 1 de 9 – 21 cm. Suelo suave arenoso de color café, sin registro de material cultural.

Depósito 2 de 21 – 61 cm. Suelo suave limo arenoso de color café amarillento, a los 48cm b/s aparece nivel freático, sin registro de evidencias culturales.

Figura 4. 149: Realizando PP

Figura 4. 150: Presencia nivel freático a partir de 48 cm b/s

FICHA DE REGISTRO DE SITIO ARQUEOLÓGICO HIDROQUEST

SITIO ARQUEOLÓGICO 1

- **Proyecto arqueológico.-** Prospección Arqueológica Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest. Provincia de Morona Santiago.
- **Autor de la investigación.-** María Moreira Pino
- **Nombre de Carta Topográfica.-**Macas CT-ÑV-B4
- **Escala Carta Topográfica.-** 1:50.000
- **Provincia, Cantón, Parroquia.-** Morona Santiago / Macas / Alshi - 9 de Octubre
- **Ubicación del sitio.-** La vía para llegar al proyecto es: Riobamba - Guamote - Cebadas - 9 de Octubre, se arriba a la parroquia 9 de Octubre y se recorre aproximadamente 4.5 km hacia el Noreste con dirección hacia los ríos Upano y Abanico. Se sigue el trazado de la Línea de Conducción hasta el Pi 35.

DESCRIPCIÓN	PP / CATEO	COORDENADAS WGS 84			OBSERVACIÓN
		ESTE	NORTE	ALTURA	
TERRAZA 1	49	807572	9755164	1580	Sin evidencias de material cerámico ni lítico
	50	807569	9755160	1580	
TERRAZA 2	51	807575	9755179	1576	
TERRAZA 3	52	807564	9755193	1575	
	53	807579	9755198	1573	40 cm b/s se evidenciaron 25 fragmentos cerámicos en concentración.
TERRAZA 4	54	807556	9755214	1570	Sin evidencias de material cultural

Tabla 4. 139: Ubicación Pruebas de Pala en Terrazas Área del Proyecto
Fuente: Equipo consultor

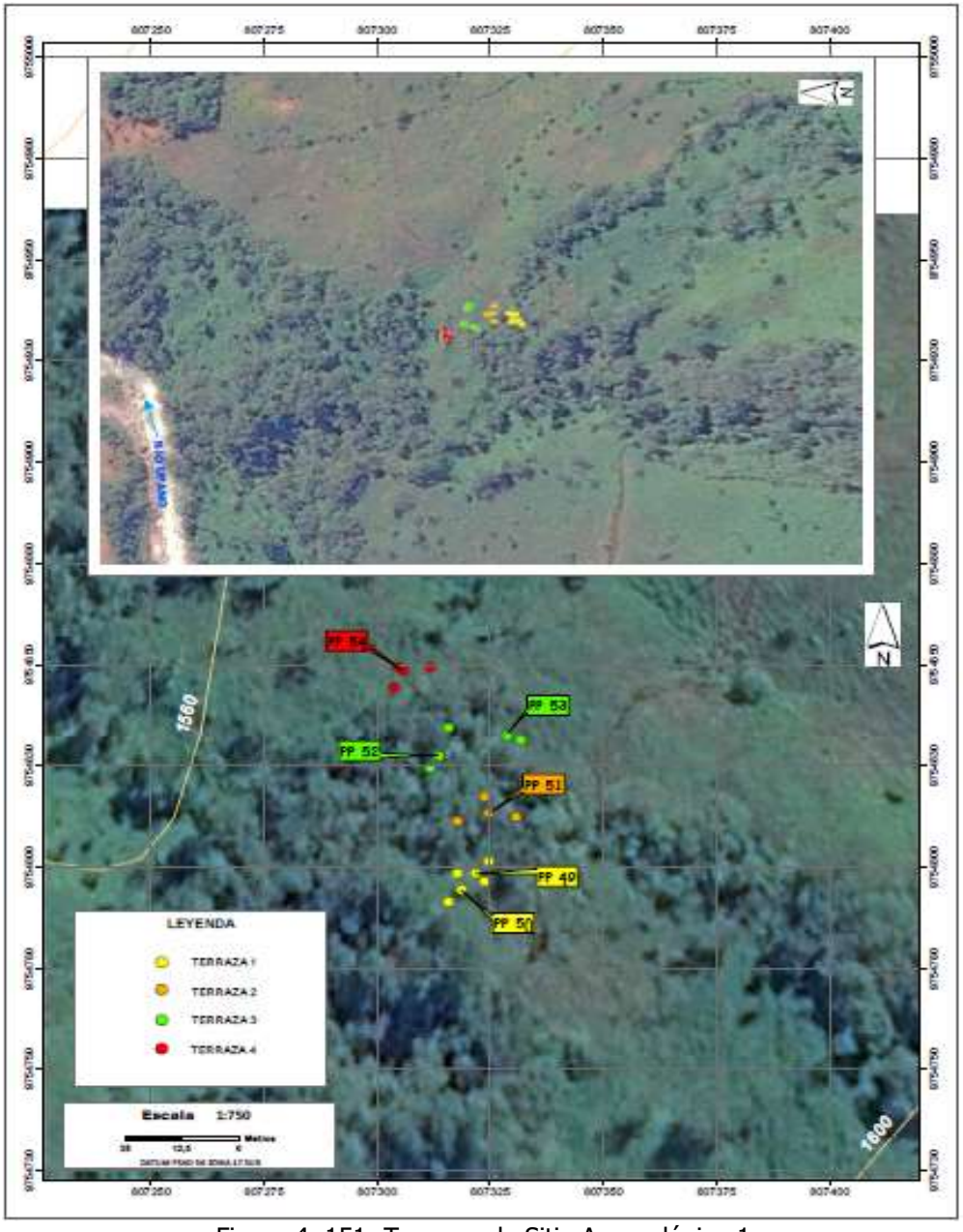


Figura 4. 151: Terrazas de Sitio Arqueológico 1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Área aproximada.- Las evidencias fueron encontradas en la terraza 3 de esta infraestructura. La terraza 3 tiene 8 m en dirección N – S por 22 m en dirección E – W, a orilla derecha del río Upano. El sitio comprende cuatro terrazas ubicadas entre las cotas 1560 y 1580 msnm, en la línea de conducción. En las coordenadas 807577E / 9755163N a una altura de 1580 msnm sobre el Pi 35 ubicamos un conjunto de 4 Terrazas que descienden en dirección Sur-Norte, con pendientes hacia el Este y Oeste.

La terraza 1 se ubica en las coordenadas 807572 E / 9755164N a una altura de 1580 msnm, Cima de lomita de 15m de N-S x 7m E-W. La terraza 2 en las coordenadas 807575E / 9755179N a una altura de 1576 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 6m de N-S x 10m E-W. La terraza 3 se ubica en las coordenadas 807573E / 9755197N a una altura de 1573 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 8m de N-S x 22m de E-W, a 40 cm bajo superficie actual se encontraron restos culturales (cerámica y lítica). La terraza 4 se ubica en las coordenadas 807556E / 9755214N a una altura de 1570 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 6m de N-S x 10m E-W. Aproximadamente el sitio se ubica en un área de 35 m en dirección S – N por 22 m en dirección E – W.

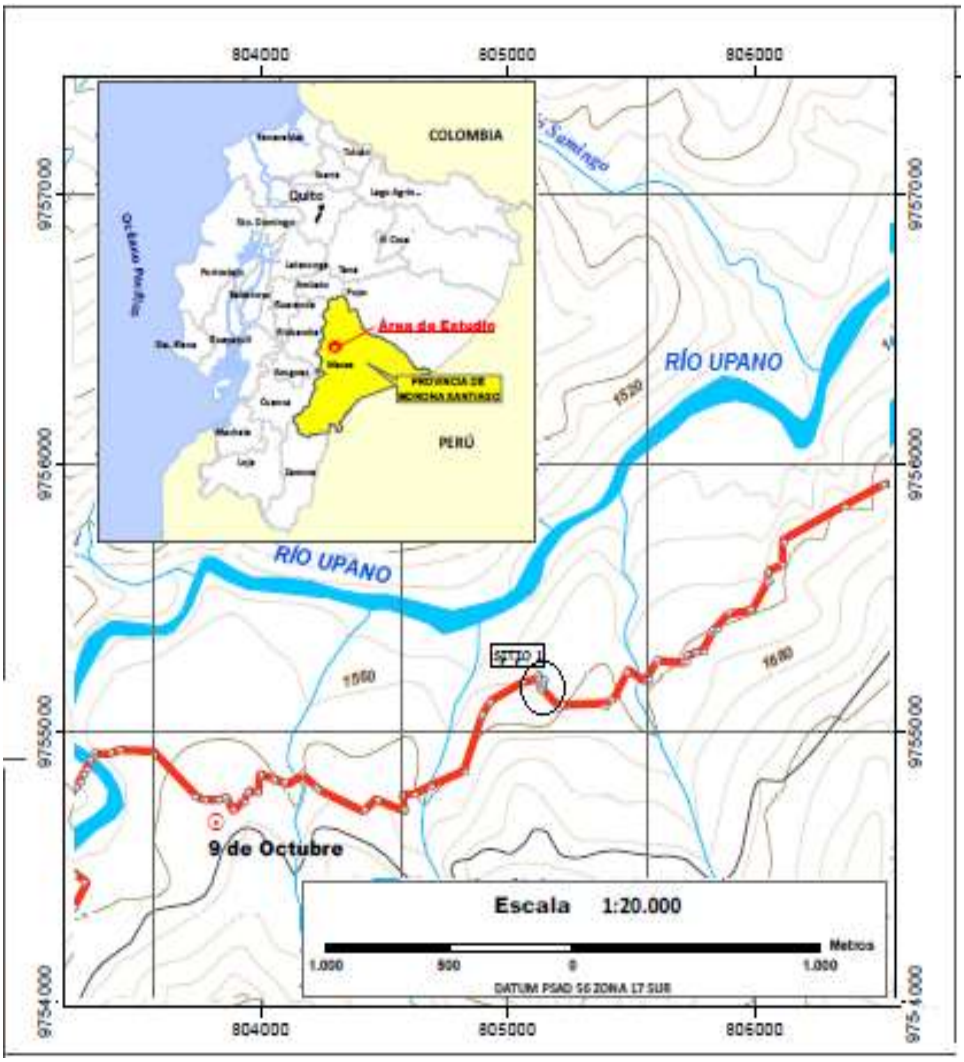


Figura 4. 152: Sitio arqueológico 1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Material cultural.-

Cerámica. En el sitio hay un grupo cerámico que evidencia que la zona de interés fue ocupada en un momento cronológico; las características de la pasta, tiene relación con material Upano que está presente en esta parte de la provincia, la diferencia está relacionada con el tipo de pasta que se utiliza para elaborar los utensilios.

Estas evidencias fueron identificadas a los 40 cm bajo superficie de una terraza que conforma el sitio arqueológico. El material diagnóstico recuperado consistió en un fragmento de borde y cuerpos decorados; el borde corresponde a una vasija de dimensiones grandes con borde directo; se tienen cuerpos con líneas cortas incisas.

Figura 4. 153: Borde doblado evertido, decoración inciso líneas en cuello

Figura 4. 154: Cuerpo, decoración apliques tiras verticales en hombro de vasija

Figura 4. 155: Fragmentos gruesos de cuerpo de vasija

Lítica. En el área de estudio abunda este tipo de materia prima, especialmente en lo que se refiere a lítica natural y cantos rodados; sin embargo, se ha podido recuperar un instrumento lítico que corresponde a una preforma de hacha de arenisca.

Figura 4. 156: Preforma de hacha

Las evidencias de cerámica y lítica han permitido determinar que en el sector se dio un constante movimiento poblacional o de intercambio entre sierra y amazonia, basada esta hipótesis en la existencia de cuencas hidrográficas, por ejemplo se tiene el río Upano Alshi, Abanico para formar el Sistema Hídrico del río Santiago. Esta hipótesis ha sido manejada desde hace mucho tiempo y que según Chacón (1929) los grupos mal llamados "Jívaros" entraron a la Sierra por el valle del río Cuyes.

Funcionalidad del sitio.- Es posible que esta zona sirviera como área para agricultura y posiblemente como coto de caza, los fragmentos cerámicos presentan una buena cocción y tienen evidencias de ahumado en la parte externa e interna y también se pudo observar pequeñas chispas de carbón. Actividades domésticas.

Tipo de sitio.- Monumental

Período.- Integración

Filiación cultural.- Upano

Cronología absoluta.- A pesar de que se recuperó unas pocas chispas de carbón vegetal no fue suficiente para realizar análisis de C14.

Uso actual del terreno.- Ganadero. Abandonado, terreno cercano a poblaciones Nueve de Octubre y Alshi.

Conservación del sitio.- Bueno: Las terrazas están casi íntegras, las actividades agrícolas y ganaderas que se han desarrollado no han afectado en su totalidad las estructuras. Son cuatro terrazas, sólo en la terraza 3 se encontraron las evidencias, sin embargo no se descarta que en las demás terrazas también se encuentren evidencias o contextos primarios.

Figura 4. 157: Tomada desde la parte baja del sitio

Figura 4. 158: Tomada desde la parte baja del sitio

Figura 4. 159: Cerámica en la Terraza 3 – Depósito 2

Estado actual del sitio e impactos.- El espacio donde se ubicará este sector de la Línea de Conducción formaba parte de un potrero que fue usado por mucho tiempo. Es un área de pastizal donde las pocas evidencias encontradas se localizan a los 40 cm bajo superficie. Cuando los restos arqueológicos se encuentran en peligro, es necesario que sean recuperados de la mejor forma posible. El estrato cultural donde se encontraron las evidencias culturales, es bastante húmedo, de textura limo arenoso suave, color café amarillento.

La Prospección Arqueológica realizada en el área, dio como resultado la existencia de evidencias culturales prehispánicas en una de las terrazas que se ubicaron en el lugar (tercera terraza) y sobre esta base se definió un área de sensibilidad arqueológica por lo que se desarrolló un plan de mitigación para las evidencias registradas.

Durante el trabajo de campo que se realizó en el sitio arqueológico, no se logró identificar ningún tipo de rasgo en las estructuras prehispánicas; sin embargo, se identificó y registró una concentración en baja densidad de material cerámico (PP53).

El sitio arqueológico se encuentra localizado en la margen derecha del río Upano, fisiográficamente, el sitio se sitúa sobre una terraza que forma parte de un conjunto de terrazas medias ligeramente disectadas y que por mucho tiempo fue modificándose por parte de sus antiguos propietarios debido a actividades agrícolas y ganaderas.

El área donde se encontraron las evidencias arqueológicas (fragmentos de cerámica), se localiza en la terraza 3. Los fragmentos de cerámica fueron hallados en el D2 y hasta aproximadamente 48 cm promedio de profundidad actual del suelo. El suelo es de color café amarillento, con pocos restos orgánicos, como carbón y restos no identificados; al parecer, estas evidencias podrían formar

parte de un contexto doméstico de ribera. Aparentemente las evidencias corresponden a tradiciones tardías.

Los impactos que pueden provocarse en el sitio se produjeron desde el momento en que los habitantes del lugar realizaron diferentes actividades (agrícolas y ganaderas).

La experiencia señala que no bastan los esfuerzos institucionales de conservación y protección de los bienes culturales si a éstos no se suman la participación activa de la comunidad en acciones concretas de preservación y uso responsable de sus bienes patrimoniales.

Para las comunidades el patrimonio debe ser visto como local e integral puesto que su generación es dentro de una localidad y es producido en un espacio y en un tiempo histórico determinado. Por lo que, el tiempo y el consenso social permitirán que dicho patrimonio sea asumido como patrimonio regional y nacional con responsabilidad compartida.

Sitio Arqueológico 2

Desde la cima de loma en las coordenadas 809555E / 9756397N a una altura de 1625 msnm, se observa un conjunto de 6 Terrazas posiblemente naturales que descienden en dirección Norte-Sur, hacia el Este y Oeste tenemos pendiente.

Figura 4. 160: Panorámica de S-N

Terraza 1

Se ubica en las coordenadas 809591E / 9756455N a una altura de 1641 msnm, terraza semi circular, con una dimensión de 8m de N-S x 10m E-W, donde se puede observar el Hito GPS- N15.

Prueba de pala 55.- Se ubica en las coordenadas 809591E / 9756455N a una altura de 1641 msnm, su dimensión de 0.60m x 0.60m x 0.52m de profundidad, donde se registró 1 depósito bajo la capa vegetal.

Capa Vegetal de 0 – 10 cm. Suelo suave de color café con raíces, sin material cultural.
Depósito 1 de 10 – 52 cm. Suelo semicompacto pedregoso de color negro, sin registro de material cultural.

Figura 4. 161: Realizando PP e Hito GPS-N15

Figura 4. 162: Perfil Norte

Terraza 2

Se ubica en las coordenadas 809581E / 9756436N a una altura de 1637 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 8m de N-S x 16m E-W, donde se realiza 1 prueba de pala.

Prueba de pala 56.- Se ubica en las coordenadas 809581E / 9756436N a una altura de 1637 msnm, su dimensión de 0.60m x 0.60m x 0.54m de profundidad, donde se registraron 2 depósitos bajo la capa vegetal.

Capa Vegetal de 0 – 13 cm. Suelo suave de color negro con raíces, sin material cultural.
Depósito 1 de 13 – 33 cm. Suelo suave arcillo-limoso de color café, sin registro de material cultural.

Depósito 2 de 33 – 54 cm. Suelo arcilloso de color café amarillento, sin registro de evidencias culturales.

Figura 4. 163: Realizando PP y panorámica de terraza

Figura 4. 164: Perfil Norte

Terraza 3

Se ubica en las coordenadas 809576E / 9756426N a una altura de 1635 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 9m N-S x 15m E-W, donde se realiza 1 prueba de pala.

Prueba de pala 57.- Se ubica en las coordenadas 809576E / 9756426N a una altura de 1635 msnm, su dimensión de 0.60m x 0.60m x 0.54m de profundidad, donde se registraron 2 depósitos bajo la capa vegetal.

Capa Vegetal de 0 – 8 cm. Suelo suave de color negro con raíces, sin material cultural.
Depósito 1 de 8 – 25 cm. Suelo suave arcillo-limoso de color café, sin registro de material cultural.

Depósito 2 de 25 – 54 cm. Suelo arcilloso de color café amarillento, sin registro de evidencias culturales.

Figura 4. 165: Realizando PP y panorámica de terraza

Figura 4. 166: Perfil Norte

Terraza 4

Se ubica en las coordenadas 809572E / 9756414N a una altura de 1632 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 5m N-S x 13m E-W, donde se realiza 1 prueba de pala.

Prueba de pala 58.- Se ubica en las coordenadas 809572E / 9756414N a una altura de 1632 msnm, su dimensión de 0.60m x 0.60m x 0.52m de profundidad, donde se registraron 2 depósitos bajo la capa vegetal.

Capa Vegetal de 0 – 10 cm. Suelo suave de color negro con raíces, sin material cultural.
Depósito 1 de 10 – 24 cm. Suelo suave arcillo-limoso de color café, sin registro de material cultural.

Depósito 2 de 24 – 52 cm. Suelo arcilloso de color café amarillento, sin registro de evidencias culturales.

Figura 4. 167: Realizando PP y panorámica de terraza

Figura 4. 168: Perfil Oeste

Terraza 5

Se ubica en las coordenadas 809565E / 9756391N a una altura de 1627 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 5m N-S x 14m E-W, donde se realiza 1 prueba de pala.

Prueba de pala 59.- Se ubica en las coordenadas 809565E / 9756391N a una altura de 1627 msnm, su dimensión de 0.60m x 0.60m x 0.53m de profundidad, donde se registraron 2 depósitos bajo la capa vegetal.

Capa Vegetal de 0 – 10 cm. Suelo suave de color negro con raíces, sin material cultural.
Depósito 1 de 10 – 27 cm. Suelo suave arcillo-limoso de color café, sin registro de material cultural.

Depósito 2 de 27 – 53 cm. Suelo arcilloso de color café amarillento, sin registro de evidencias culturales.

Figura 4. 169: Realizando PP y panorámica de terraza

Figura 4. 170: Perfil Norte

Terraza 6

Se ubica en las coordenadas 809555E / 9756397N a una altura de 1625 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 5m N-S x 14m E-W, donde se realiza 1 prueba de pala.

Prueba de pala 60.- Se ubica en las coordenadas 809555E / 9756397N a una altura de 1625 msnm, su dimensión de 0.60m x 0.60m x 0.48m de profundidad, donde se registraron 2 depósitos bajo la capa vegetal.

Capa Vegetal de 0 – 10 cm. Suelo suave de color negro con raíces, sin material cultural.
Depósito 1 de 10 – 22 cm. Suelo suave arcillo-limoso de color café, sin registro de material cultural.

Depósito 2 de 22 – 48 cm. Suelo arcilloso de color café amarillento, sin registro de evidencias culturales.

Figura 4. 171: Realizando PP y panorámica de terraza

Figura 4. 172: Perfil Este

FICHA DE REGISTRO DE SITIO ARQUEOLÓGICO
HIDROQUEST
SITIO ARQUEOLÓGICO 2

- **Proyecto Arqueológico.-** Prospección Arqueológica Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest. Provincia de Morona Santiago.
- **Autor de la Investigación.-**María Moreira Pino
- **Nombre Carta Topográfica.-** Macas CT-ÑV-B4
- **Escala Carta Topográfica**.- 1:50.000
- **Provincia, Cantón, Parroquia.-** Morona Santiago / Méndez / 9 de Octubre
- **Ubicación del sitio.-** La vía para llegar al proyecto es: Riobamba - Guamote - Cebadas - 9 de Octubre, se arriba a la parroquia 9 de Octubre y se recorre aproximadamente 4.5 km hacia el Noreste con dirección hacia los ríos Upano y Abanico. Se sigue el trazado de la Línea de Conducción hasta el Pi

DESCRIPCIÓN	PP / CATEO	COORDENADAS WGS 84			OBSERVACIÓN
		ESTE	NORTE	ALTURA	
TERRAZA 1	55	809591	9756455	1641	Sin evidencias de material cerámico ni lítico
TERRAZA 2	56	809581	9756436	1637	
TERRAZA 3	57	809576	9756426	1635	
TERRAZA 4	58	809572	9756414	1632	
TERRAZA 5	59	809564	9756391	1625	
TERRAZA 6	60	809555	9756397	1625	

Tabla 4. 140: Ubicación Pruebas de Pala en Terrazas Área del Proyecto
Fuente: Equipo consultor sitio 2

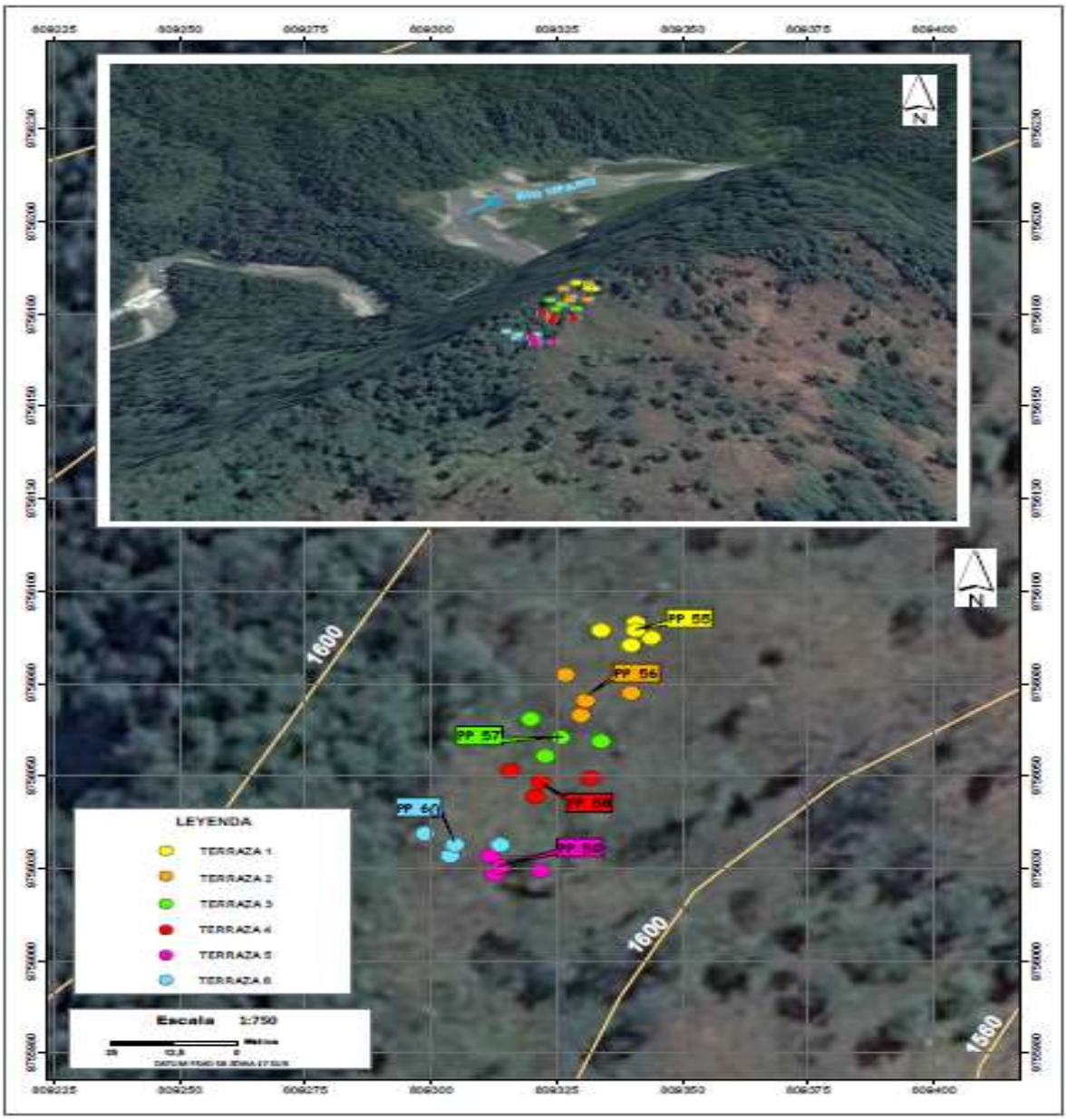


Figura 4. 173: Terrazas de Sitio Arqueológico 2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Área aproximada.- El sitio está conformado por seis terrazas que van en dirección S – N, a orilla derecha del río Upano, entre la cota 1600 msnm, en la línea de conducción antes del área de casa de máquinas. Cima de la loma en las coordenadas 809555E / 9756397N a una altura de 1625 msnm, se observa un conjunto de 6 Terrazas posiblemente naturales que descienden en dirección Norte-Sur, hacia el Este y Oeste tenemos pendiente.

Terraza 1 se ubica en las coordenadas 809591E / 9756455N a una altura de 1641 msnm, terraza semi circular con una dimensión de 8m de N-S x 10m E-W, donde se pudo observar el Hito GPS-N15. Terraza 2 se ubica en las coordenadas 809581E / 9756436N a una altura de 1637 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 8m de N-S x 16m E-W. Terraza 3 se ubica en las coordenadas 809576E / 9756426N a una altura de 1635 msnm, terraza semi lunar con una

dimensión de 9m N-S x 15m E-W. Terraza 4 se ubica en las coordenadas 809572E / 9756414N a una altura de 1632 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 5m N-S x 13m E-W. Terraza 5 se ubica en las coordenadas 809565E / 9756391N a una altura de 1627 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 5m N-S x 14m E-W. Terraza 6 se ubica en las coordenadas 809555E / 9756397N a una altura de 1625 msnm, terraza semi lunar con una dimensión de 5m N-S x 14m E-W.

Aproximadamente el sitio se ubica en un área de 35 m en dirección S – N por 16 m en dirección E – W.

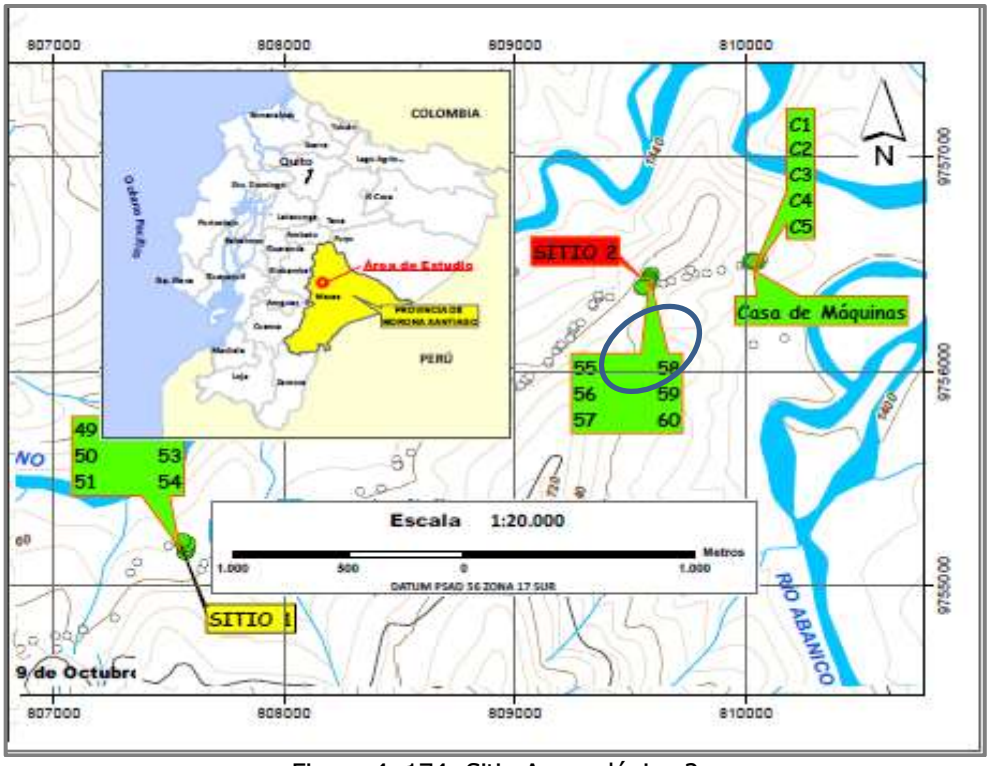


Figura 4. 174: Sitio Arqueológico 2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Material cultural.- En las pruebas de pala realizadas no se encontraron restos culturales

Funcionalidad del sitio.- Es posible que esta zona sirviera como área para agricultura y posiblemente como coto de caza.
Tipo de sitio.- Monumental

Período.- Integración

Filiación cultural.- Por relación con otro sitio pudiera ser Upano

Cronología absoluta.- A pesar de que se recuperaron unas pocas chispas de carbón vegetal no fue suficiente para realizar análisis de C14.

Uso actual del terreno.- Ganadero. Abandonado, terreno cercano a poblaciones Nueve de Octubre y Alshi.

Conservación del sitio.- Bueno: Las terrazas están casi íntegras, las actividades agrícolas y ganaderas que se han desarrollado no han afectado en su totalidad las estructuras. Son seis terrazas, no se encontraron evidencias culturales, sin embargo no se descarta que en las demás terrazas también se encuentren evidencias o contextos primarios.

Figura 4. 175: Panorámica de terrazas de NW-SE

Figura 4. 176: Vista general de terrazas sitio arqueológico 2

Estado actual del sitio.- El espacio donde se ubicará este sector de la Línea de Conducción formaba parte de un potrero que fue usado por mucho tiempo. Es un área de pastizal donde no se encontraron restos de material arqueológico, sin embargo, las evidencias físicas de una estructura similar al sitio 1, dan cuenta de la existencia de un sitio arqueológico que debe ser investigado. Cuando los restos arqueológicos se encuentran en peligro, es necesario que sean recuperados de la mejor forma posible.

El relieve de la zona es irregular, el sistema hidrográfico importante es el río Upano con sus afluentes Copueno, Jurumbaino, Domono y Santa Ana. Las ciudades y poblaciones son Alshi y Nueve de Octubre. La red vial se compone de carreteras y vías de herradura.

La Prospección Arqueológica realizada en el área, dio como resultado la existencia de estructuras culturales prehispánicas conformada por seis terrazas que se ubicaron en el lugar de estudio y sobre esta base se definió un área de sensibilidad arqueológica por lo que se desarrolló un plan de mitigación para las evidencias registradas.

Durante el trabajo de campo que se realizó en el sitio arqueológico, no se logró identificar ningún tipo de rasgo.

Hace tan solo 500 años los conquistadores buscaban ciudades construidas en oro macizo. La historia cuenta que en la Amazonia:

De sus montañas se podría extraer plata, hierro, carbón, cobre, mercurio, zinc y acero; en las arenas de sus tributarios se podría lavar oro, diamantes y piedras preciosas; en sus bosques se podría recolectar las más raras y virtuosas drogas, las más exquisitas hierbas aromáticas, gomas y resinas de las más útiles y variadas propiedades, las más brillantes maderas con betas y visos, para la construcción con el mejor pulimento y una textura duradera. Su clima es un eterno verano, y sus cosechas permanentes (Herndon 2000:190).

El sitio arqueológico se encuentra localizado en la margen derecha del río Upano, fisiográficamente, el sitio se sitúa sobre una terraza que forma parte de un conjunto de terrazas medias ligeramente disectadas y que por mucho tiempo fue modificándose por parte de sus antiguos propietarios debido a actividades agrícolas y ganaderas.

El área donde se encontraron las evidencias arqueológicas (fragmentos de cerámica), se localiza en la terraza 3. Los fragmentos de cerámica fueron hallados en el D2 y hasta aproximadamente 48 cm promedio de profundidad actual del suelo. El suelo es de color café amarillento, con pocos restos orgánicos, como carbón y restos no identificados; al parecer, estas evidencias podrían formar parte de un contexto doméstico de ribera. Aparentemente las evidencias corresponden a tradiciones tardías.

El estado de conservación del sitio es bueno, las terrazas están visibles y los restos arqueológicos se encuentran en depósitos inferiores.

El patrón de ocupación está relacionado con el aprovechamiento de los recursos naturales del área, en especial por la cercanía al río, el agua subterránea que está a poca profundidad

Los impactos que pueden provocarse en el sitio se produjeron desde el momento en que los habitantes del lugar realizaron diferentes actividades (agrícolas y

ganaderas) y pueden incrementarse a partir de los procesos iniciales de implementación de obras civiles y que pueden resumirse en: desbroce y limpieza de vegetación para preparación de terrenos por parte de la comunidad local y en lo posterior por la hidroeléctrica, para lo que se realizará un control de los movimientos de tierras; uso continuo de espacio para paso y pastoreo de ganado de la localidad; movimiento de masas de espacios más altos, sobre todo por la construcción de vía de acceso para las localidades del lugar; falta de contextualización del sitio arqueológico

4.4.15.2 Casa de Máquinas

En el sector se tiene vegetación de guabilla, botay y balsa, con ramillas entrelazadas.Se excavaron 5 cateos para determinar presencia/ausencia de vestigios culturales arqueológicos.

DESCRIPCIÓN	PP / CATEO	COORDENADAS WGS 84			OBSERVACIÓN
		ESTE	NORTE	ALTURA	
Pendiente abrupta		810000	9756502	1608	Entrada a Casa de Máquinas
		810078	9756522	1608	
Casa Máquinas	C1	810021	9756512	1410	Sin evidencias de material cerámico ni lítico
	C2	810024	9756521	1413	
	C3	810045	9756517	1412	
	C4	810048	9756510	1412	
	C5	810036	9756518	1412	
Casa Sr. Mario Enzagua		810034	9756126	1448	Casa del Sr. Mario Enzagua
Río Upano		810168	9756156	1413	Rio Upano

Tabla 4. 141: Ubicación Pruebas de Pala CM
Fuente: Equipo consultor

El cateo 1 se ubica en las coordenadas 810021E / 9756512N a una altura de 1410 msnm. El cateo 2 se ubica en las coordenadas 810024E / 9756521N a una altura de 1413 msnm. El cateo 3 se ubica en las coordenadas 810045E / 9756517N a una altura de 1412 msnm. Cateo 4 se ubica en las coordenadas 810048E / 9756510N a una altura de 1412 msnm. Cateo 5 se ubica en las coordenadas 810036E / 9756518N a una altura de 1412 msnm

Se registraron 2 depósitos bajo la capa vegetal.

Capa Vegetal de 0 - 12 cm. Suelo suave de color café con raíces, sin material cultural.

Depósito 1 de 13 – 70 cm. Suelo suave arenoso de color gris, sin registro de material cultural.

Depósito 2 de 70 – 80 cm. Suelo suave areno-arcilloso de color café amarillento, a los 72cm b/s aparece nivel freático, sin registro de evidencias culturales.

Los cateos 3 a 5 tienen otro tipo de depósitos debido a que se encuentra en un área inundable y la descripción es la siguiente:

Capa Vegetal de 0 - 15 cm. Suelo suave de color café con raíces, sin material cultural.

Depósito 1 de 15 – 66 cm. Suelo suave arenoso de color gris, sin registro de material cultural. A los 30cm b/s aparece ojo de agua.

La casa de máquina se localiza sobre un área de inundación del río, tiene forma semitriangular, y no presenta restos arqueológicos, pero que posiblemente fue un área ocupada para actividades de caza y pesca y que épocas de lluvias tuvo como resultado la inundación por crecida del cauce del río.

4.4.15.3 Línea de transmisión y vía

La línea de transmisión se complementa con la prospectada para el proyecto Normandía en el año 2012. Para llegar a la torre 1 se desciende hasta llegar a casa de máquinas a una altura de 1410 msnm, desde ahí se dirige hacia el NW a unos 200m aproximadamente.
Se identificaron dos depósitos luego de retirada la capa vegetal:

Capa Vegetal de 0 - 10 cm. Suelo suave de color negro con raíces de pasto, sin registro de material cultural.

Depósito 1 de 10 - 28 cm. Suelo suave limo-arcilloso de color café, sin evidencias de material cultural.

Depósito 2 de 29 – 58 cm. Suelo arcillo de color café amarillento, sin evidencias de material cultural.

Las torres 2 y 3 tienen una variable en los depósitos, se pudo identificar entre los depósitos 1 y 2, un relleno arcilloso de color café oscuro, sin evidencias de material cultural.

4.4.16 Conclusiones y recomendaciones

Las investigaciones arqueológicas en la provincia de Morona Santiago, en estas últimas décadas han permitido conocer más aspectos relacionados sobre patrones de ocupación, complejidad social, formación económico social de las antiguas sociedades prehispánicas que se asentaron en estos espacios, esto ha dado paso al descubrimiento parcial de estructuras sociales que se sustentan en su modo de vida, ideología, procesos tecnológicos, creencias y cambios históricos a través del tiempo.

Para explicar el proceso de transformación e interpretación de la realidad histórico social, se parte del objeto de estudio de la arqueología que debe ser visto como

los materiales dejados por el hombre, producto de su actividad social, materiales que son encontrados en el orden específico en que fueron dejados, es decir que lo más antiguo debe encontrarse en los depósitos inferiores de ocupación y lo moderno en los superiores (hablando de la secuencia estratigráfica), por lo que el arqueólogo debe basar la verificación de los datos a través de tres principios generales:

1. El principio de asociación es la base sobre la que se sustenta todo el quehacer arqueológico. Su expresión física es el contexto, es decir el conjunto de elementos y rasgos que aparecen juntos, entendiéndose como "elementos" a los restos materiales (un ceramio, un cadáver, una construcción, etc.) y como "rasgo" a los aspectos formales que particularizan su comportamiento (la orientación de los elementos dentro de una tumba, la posición del cadáver, la distribución de los restos en un espacio específico, piso de vivienda, basurero, el relleno de una plataforma o tola, etc.). Consecuentemente, la identificación de la relación entre elementos y rasgos, su medición y registro, definen un contexto (Lumbreras, 1982b).

2. El principio de superposición que permite establecer la relación física secuencial de los eventos sociales de los contextos. Se fundamenta en los depósitos estratigráficos para reconocer como anteriores a aquellos contextos que se encuentran depositados debajo de otros que por razones estrictamente físico-mecánicas tienen que haber sido posteriores (Idem).

3. El principio de recurrencia que se refiere a la identificación de los patrones de conducta socialmente aceptados, se expresa en la repetición de los rasgos y elementos que permiten establecer contextos asignables a una misma forma de conducta, de un espacio determinado. (Idem).

Lumbreras (1982) manifiesta que dentro de la investigación arqueológica existen dos tipos de trabajo: trabajo empírico o llamado también de campo es el que se refiere a "… la acumulación, descripción y análisis de los restos materiales dejados por los pueblos a lo largo de la actividad social…", datos que deben ser tomados de manera sistemática y con el mayor detalle posible para no distorsionar la realidad histórica; y, trabajo teórico o de gabinete. La teoría "… inicia precisamente en el momento en que se analizan estas asociaciones, con el propósito de explicar y entender las circunstancias en que dichas actividades se dieron…". Por este motivo es que se ha tratado de combinar actividades de campo con el trabajo de gabinete, porque todo material recuperado en campo debe ser analizado en relación al contexto de donde proviene.

La reconstrucción de formas de vida, implica conocer la cultura de los conglomerados sociales; se entiende por cultura el conjunto de parámetros a través de los cuales se hace asimilable y controlable la realidad en la que se desenvuelven los individuos, en donde se incorporan todas las costumbres, tradiciones, leyendas, formas de interacción con el entorno, es decir todo lo

heredado de forma no biológica6. Las sociedades ubicadas en los afluentes de los ríos de la zona o en zonas interfluviales, tenían un patrón de asentamiento disperso, viviendo en grupos entre 50 o 100 personas, en pequeños caseríos o casas comunales. Asentamientos que tenían más carácter temporal, cambiando de sitio o de lugar de residencia cada cierto tiempo.

En estos casos, para reconstruir los modos de vida que produjo la sociedad prehispánica, los vestigios que se encuentran en prospecciones como excavaciones, constituyen los elementos fundamentales. Es por ello que se debe realizar estudios o investigaciones arqueológicas cuyo propósito sea recuperar la mayor cantidad de información para reconstruir la historia de sociedades que se han transformado o han desaparecido a través del tiempo.

Los datos históricos determinan que el área de ocupación de esta parte de la amazonia alta, conformaron emplazamientos importantes y que pudieron abastecerse de alimentos y todo tipo de productos que necesitaban para su sustento. En la parte arqueológica, se muestra un patrón asociado a elevaciones y cuevas ubicadas en los cerros, especialmente en área cercanas a ríos; se trata de áreas de actividad doméstica que no pudieron tener mucho tiempo de existencia, puesto que por las condiciones climáticas debían estar movilizando constantemente. Además, las evidencias permiten ver el desarrollo cultural de dichos pueblos asentados en esta zona. Lo que no queda claro por el momento, es la interacción entre grupos de sierra y amazonia, con la utilización de rutas terrestres y fluviales para explicar el desarrollo de culturas andinas y amazónicas. Por lo que las investigaciones que se realicen a futuro deberán estar enfocadas a responder estas y más preguntas que surjan de los contextos arqueológicos y paisajísticos.

La prospección efectuada ha tenido ocupación desde época prehispánica hasta la actualidad, en estas últimas épocas los procesos de desarrollo han cambiado puesto que la introducción del sistema europeo ha provocado la expansión del comercio, se realiza actividad comercial desde el cerro hasta las partes bajas donde intercambian productos con la población local. Por las actividades que se realizaron y los constantes movimientos de tierra propios de una hacienda, es probable que los vestigios hayan sido removidos de su ubicación original, sin embargo las estructuras todavía guardan su forma original. A pesar de ellos, el área de estudio, a excepción de los dos sitios arqueológicos y del área de terraza de la casa de máquinas, tiene baja sensibilidad arqueológica, debido a la ausencia de elementos culturales. Mientras que en los sitios 1 y 2 y el área de casa de máquina, existió una gran zona de comercio e intercambio, así como de productividad en épocas prehispánicas, estos espacios han sido muy trabajados con actividades agrícolas y ganaderas por lo que es importante realizar el evitamiento de estos sectores (sitios arqueológicos 1 y 2) o en caso de no poder realizarlo por situaciones técnicas de ingeniería, hacer la correspondiente investigación arqueológica (excavaciones antes de hacer movimiento de tierra y monitoreo al momento de hacer movimiento de tierra).

[6] Hernando A 2002.

4.4.17 Plan de acción

La protección de sitios arqueológicos en el país se ampara en leyes y reglamentos que deben ser cumplidos a cabalidad, sin embrago, todavía se dan casos en los que no se considera el conglomerado de normativas legales que coadyuven en la defensa del patrimonio arqueológico del país, por lo que a continuación se presentan parámetros técnicos que deben ser implementados en las diferentes fases de investigación arqueológica; también se presentan en términos generales la normativa que debe ser cumplida antes y durante los procesos de movimiento de tierra en este tipo de estudios.

A fin de evitar sanciones por delitos contra el derecho a la cultura, específicamente contra el Patrimonio Cultural, la Ley de Ambiente y su Reglamento, han incluido dentro de los estudios de Impacto Ambiental, el componente de protección al patrimonio cultural.

Los tipos de investigación arqueológica dentro de los EIA's, giran en torno a las siguientes etapas de investigación:

a) Prospección.- Se ejecuta antes de hacer movimiento de tierra
b) Excavación: Rescate.- Se ejecuta antes de hacer movimiento de tierra
c) Monitoreo.- Se ejecuta al momento de hacer movimiento de tierra

Prospección arqueológica.- Para el proyecto está siendo cumplida con la presentación del presente informe.

Excavación arqueológica.- La prospección arqueológica determinó tipo de sensibilidad, en este caso la sensibilidad es alta y media, por lo que se da paso a la etapa de excavación o rescate para cumplir los siguientes objetivos:

- Rescatar información de contextos arqueológicos en áreas que serán objeto de remoción de suelo por construcción de obras de infraestructura.
- Definir tipo de asentamiento (doméstico, ceremonial, funerario, agrícolas, cacería, otros).
- Determinar cronología absoluta (Fechamientos de carbono catorce C14).

Mediante unidades de excavación en área para cubrir todo el espacio considerado de sensibilidad alta y media. El registro de cada evento se lo realiza en formularios de unidades, rasgos, tumbas, elementos, diarios de campo, registros fotográficos, en caso de excavar hoyos de poste, basurales o cualquier depresión del depósito cultural se dibuja cortes sección y dibujos de planta, dibujos de perfil, mapas de ubicación con coordenadas de ubicación en sentido vertical y horizontal de los rasgos, elementos, perfiles etc.

Es necesario análisis de macro y micro restos, así como pruebas de carbono catorce, análisis bio antropológicos, geológicos, y de otras ciencias auxiliares. Datos que ayudan a contrastar la información de campo y lograr conclusiones más asertivas.

Las unidades de excavación van desde los 4 X 4m con proyección a ampliaciones hacia el lado donde las evidencias lo ameriten, se puede excavar en damero dejando SI/NO testigos.

Etapa de Gabinete, analiza e interpreta toda la información recuperada incluido los resultados de los análisis de las ciencias auxiliares, y se procede a redactar el informe técnico final, el material cultural se lo clasifica de acuerdo a la materia prima y a la categoría de diagnóstico y no diagnóstico, se prestará mayor atención al material diagnóstico, que es con el material que se trabaja en el análisis.

Monitoreo arqueológico.- Es la última etapa de investigación arqueológica, cuando la excavación arqueológica fue ejecutada. También debe ejecutarse durante todo el trabajo de movimiento de tierra para la construcción de la hidroeléctrica. Tiene el objetivo de recuperar información de contextos arqueológicos que no fueron descubiertos durante los procesos de prospección y / o rescate arqueológico.

Para esto se realizará la inducción a los maquinistas y obreros que realizan remoción de suelo por obras de infraestructura. Recorrido pedestre y observación visual concomitantemente con la maquinaria pesada, al observar evidencias de material cultural arqueológico, solicitar la paralización de la maquinaria hasta rescatar toda la información y contexto arqueológico con metodología de rescate. El análisis de material se realiza de igual manera que en el rescate.

4.6. BIBLIOGRAFÍA

- Albuja, L. 1991. Mamíferos. Revista Politécnica de Información Técnico-Científica. Vol. 16 No.3, Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

- Albuja, L. 1999. Murciélagos del Ecuador. 2ª edición, Cicetronic Cía. Ltda. 288 sp., 19 lám, 52 figs. y 93 mapas. Quito, Ecuador

- Albuja, L; Ibarra, R; Barriga, J; Urgilés, L. 1983. Estudio Preliminar de los Vertebrados Ecuatorianos. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

- Armendáriz, A. 1991. Anfibios y reptiles. Lista de especies, distribución geográfica y referencias bibliográficas. Escuela Politécnica Nacional: Departamento de Ciencias Biológicas. Serie Biología # 3. Vol. XVI. Quito, Ecuador.

- Briñez-Vásquez, G. 2004. Distribución altitudinal, diversidad y algunos aspectos ecológicos de la familia Astroblepidae (PISCES: SILURIFORMES) en la cuenca del río Coello (Tolima). Pages 134. Facultad de Ciencias, Programa de Biología, Universidad de Tolima. Ibagué, Colombia.

- Cabrera, A; Willink, A. 1982. Biogeografía de América Latina. Departamento de Asuntos Científicos de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Vol., No. 13. Washington D. C, USA.

- Canter L. 1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. McGraw-Hill, Interamericana de España. S.A.U.

- Cañadas, L. 1983. El mapa Bioclimático del Ecuador. Ediciones del Banco Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

- Carrillo, E et al. 2005. Lista Roja De Los Reptiles Del Ecuador. Fundación Novum Milenium, UICN-Comité Ecuatoriano, Ministerio de Educación y Cultura. Quito, Ecuador.

- CNRH. 2002. División Hidrográfica del Ecuador CNRH. Quito-Ecuador.

- Coloma, L. 1992. Anfibios del Ecuador: Status poblacional y de conservación. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

- Coloma, L.; Quiguango-Ubillús, A. 2001. Anfibios de Ecuador: lista de especies y distribución altitudinal. Ver. 1.3 (2 abril 2001). Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. <http://www.puce.edu.ec/Zoologia/anfecua.htm

- Crump, M. 1971. Quantitative analysis of the ecological distribution of a tropical herpetofauna. Occasional papers of the University of Kansas, Museum of Natural History 3:1-62.

- Crump, M; Hensley, F; Clark, K. 1992. Apparent declining of the golden toad: underground or extinct? Copeia 2:413–420.

- Crump, M; Scott, N. 1994. Standard Techniques for Inventory and Monitoring: Visual Encounter Surveys.in: Heyer, W; et al. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press. Washington D.C, USA.

- DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y RETIRO DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO NORMANDÍA 2 Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN ASOCIADA. HIDROQUEST. 2014.

- Duellman, W. 1978. The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador. Misc.Publ. Museum of Natural History. Univ. Kansas. Kansas, USA.

- Eckblad, J. 1973. Laboratory Manual of Aquatic Biology. Luther Collage. Decorah 231 pp. Iowa, USA.

- Eisenberg, J; Redford, K. 1999. Mammals of the Neotropics The Central Neotropics, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil. The University of Chicago. Vol. 3, 607pp. Chicago, USA.

- MAG-PRONAREG. El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Quito.

- Emmons, L. 1990. Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide. The University of Chicago Press. Chicago, USA.

- Fernández, H, et al. 1995. La diversidad del zoobentos en ríos de montaña del NOA. Acta Zoológica Lilloana. 43,1. pp 215-219. Tucumán, Argentina.

- Gery, J. 1977. Characoids of the World. T.H.F. Publications Inc. U.S.A.

- Goulding, M. 1980. The Fishes and the Forest. University of California press, London, England.

- Gradstein, S. 2001. Briofitas del Neotrópico. New York Botanical Garden. NY, USA.

- Granizo, T; Pacheco, C; Ribadeneira, M; Suarez, L. 2002. Libro Rojo de las Aves del Ecuador. SIMBIOE/ Conservación Internacional/ EcoCiencia/

Ministerio del Ambiente/ UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador, tomo 2. Quito, Ecuador.

- Heyer, R. 1994. Recording frog calls. En Heyer, R., M. Donnelly, R. McDiarmid, L. Hayek & M. Foster (Eds). 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution press. Washington and London.

- Hilty, S; Brown, W. 1986. Birds of Colombia. Princeton University Press. USA.

- I.U.C.N. 1997. Red List of Threatened Plants. Cambridge. Uk. I.U.C.N. 2006. Red List of Threatened Species, (Hilton Taylor 2000).

- INEC. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010, INEC, Quito, Ecuador.

- Jaeger, R 1994. Transect sampling. En Heyer, R; Donnelly, R; McDiarmid, L.; Foster, M. 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard. Methods for Amphibians. Smithsonian Institution press. Washington - London

- Jorgersen. P.M.; León-Yánez. Catálogo de Plantas Vasculares. MO St Louis Missouri. Missouri, USA.

- Jorgensen.P M.; León-Yánez. S. 1999. Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri 63121, USA.

- Krebs, C. 1989. Ecological Methodology. Harper & Row. New York. 470 pp. NY, USA

- Krebs, Ch. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Segunda Edición. Harla. México.

- Lieberman, S. 1986. Ecology of the leaf litter herpetofauna of a neotropical rainforest. Acta Zoológica Mexicana 15:1-72.

- Linares, E; Uribe-Meléndez, J. 2002. Libro rojo de briofitas de Colombia. Libros Rojos de especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias naturales Universidad Nacional de Colombia. Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

- Lips, K. 1998. Decline of a tropical montane amphibian fauna. Conservation Biology 12:106–117.

- Lips, K. 1999. Mass mortality and population declines of anurans at an upland site in Western Panama. Conservation Biology 13:117–125.

- Lynch, J. 1979. The amphibians of the lowland tropical forest. In: Duellman, W, E (Ed). The South American herpetofauna: Its origin, evolution and dispersal. Monogr. Museum of Natural. History. Univ. Kansas 7.

- Lynch, J. 1980. A Taxonomic and Distributional Synopsis of The Amazonian Frogs of the Genus Eleutherodactylus. American Museum of Natural History. U.S.A.

- Magurran, A. 1989. Diversidad Ecológica y su Medición. VEDRA. Barcelona, España.

- Maldonado-Ocampo, J: et al. 2005. Peces de los Andes de Colombia. 1era Edición. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt., Bogotá, Colombia.

- Martínez, J. 1994. Agricultura campesina, mercado y biodiversidad. Valoración económica vs. valoración ecológica. Nueva Sociedad, Nº 132, julio-agosto, pp.30-43. Caracas, Venezuela.

- Merritt, C. 1988. An introduction to the aquatic insects of North America. Ed. Kendall/Hunt publishing company. USA.

- Mittermeier, R; Robles, A; Goettsch, C. 1997. Megadiversidad: los países biológicamente más ricos del mundo. Quebecor Printing Inc. Canadá.

- Nowak, R. 1991. Walker's Mammals of The World. 5th Edition. Vol 1 y Vol 2, The John Hopkins University Press. Baltimore and London.

- Pearman, P; Velasco, A; López, A.1995. Tropical Amphibian Monitoring: A comparison of methods for detecting inter-site variation in species composition. Herpetológica 51(3):325-337.

- Pearson, D 1995. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. In: Hawksworth, D. L. (Ed) Biodiversity: measurement and estimation.

- Peters, J. 1973. The frogs: genus Atelopus in Ecuador (Anura: Bufonidae).Smithsonian Contribution to Zoology 145.

- Plafkin, J. et al. 1989. Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers. Benthic macroinvertebrates and fish. USEPA 444/4-89-001.
- Porras, P. 1987. Nuestro Ayer. Manual de Arqueología Ecuatoriana. Impreseñal. Quito, Ecuador.

- Ralph, C, et al. 1995. Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres. General Technical Report, Albany, CA: Pacific Southwest Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

- Ramírez, R. 2002.Distribución alimentaria y problemas nutricionales en el Ecuador. SIISE.

- Reed, C, et. al. 1997. Indicadores sociales para el análisis de las desigualdades de género: Educación y empleo en el Ecuador. DINAMU, STFS y UNICEF. Quito, Ecuador.

- Restrepo, J. 1989. Estudio de la Fauna Béntica del Río Cauca en el Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biología.57 pp. Medellín, Colombia

- Ridgely, R; Greenfield, P. 2007. The Birds of Ecuador: Status, Distribution, and Taxonomy. Cornell University Press.

- Ridgely, R., Greenfield, P; Guerrero, M. 1998. Una lista anotada de las Aves del Ecuador Continental. Fundación Ornitológica del Ecuador, CECIA. Quito, Ecuador.

- Ridgely, R; Greenfield, P. 2001. The Birds of Ecuador. Cornell University Press. Ithaca. NY, USA.

- Rodríguez, L; Duellman, W. 1994. Guide to the frogs of the Iquitos region. Amazanian Perú. Asociación de Ecologías y Conservación Amazon Center For Enviromental Education and Researc. Natural History Museum , The University of Kansas.

- Roldán, G. 1989. Manual de Limnología. Universidad de Antioquia. Depto. de Publicaciones. Colección de Ediciones Previas. No. 17. 239 pp. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

- Ron, S; et al.2001. Información sobre declinaciones de anfibios en el Ecuador. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. http://www.puce.edu.ec/Zoologia/infodecl.html

- Saari, J et all. 2001. Enciclopedia de Salud y seguridad en el Trabajo. © Copyright de la edición española. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- Schwoerbel J. 1975. Métodos de Hidrobiología. H. Blume Ediciones. 262 pp. Madrid, España.

- Sierra, R. 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia. Quito, Ecuador.

- Sobrevilla, C; Bath, P. 1992. Evaluación Ecológica Rápida. Programa de Ciencias para América Latina. The Nature Conservancy.

- Stotz, D; Fitzpatrick, J; Parker, T; Moskovits, D. 1996. Neotropical Birds: Ecology and Conservation. The University of Chicago Press. U.S.A.

- Suárez, L. Y P.A. Mena 1994. Manual de métodos para inventarios de vertebrados terrestres. Fundación EcoCiencia. Quito. 51 pp.

- Suárez, L; Mena, P. 1994. Manual de métodos para inventarios de vertebrados terrestres. Fundación EcoCiencia. 51 pp. Quito, Ecuador.

- Telleria, J. 1986. Manual para el Censo de los Vertebrados Terrestres. Editorial Raíces-Santander, 5-28003 Madrid, España.

- Tirira, D. 2007. Mamíferos del Ecuador. Museo de Zoología. Centro de Biodiversidad y Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Publicación Especial 2. Quito, Ecuador.

- Torres-Carvajal, O. 2000. Reptiles de Ecuador: lista de especies y distribución. Amphisbaenia y Sauria. [Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. <http://www.puce.edu.ec/Zoologia/repecua.htm>

- Valencia, R; Pitman, N; León-Yánez, S; Jorgensen, P. 2000. Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

- Vallentyne, J. 1978. Introducción a la Limnología. Ediciones Omega, 169 pp. Barcelona, España.

- Villareal, H; et al. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad segunda edición. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

- Vitt, J; De la Torre, S. 1996. Guía para la Investigación de las Lagartijas de Cuyabeno. Museo de Zoología - Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Monografía 1. Quito, Ecuador.

- Wetzel, R. 1981. Limnología. 679 pp Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España.

- Zimmerman, B. 1994. Audio strip transects. En Heyer, R; Donnelly, M; McDiarmid, R; Hayek, L; Foster, M. 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution press. Washington and London

- INEC: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2010

- GOBIERNO PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO: Plan de Desarrollo y ordenamiento Territorial, Tomo I. Actualización 2019.

- GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DEL CANTÓN MORONA: Plan Cantonal de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Actualización PD y OT, cantón Morona S/F.

- GOBIERNO AUTÓNOMO PARROQUIAL ALSHI – 9 DE OCTUBRE: PDOT. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Alshi – 9 de Octubre 2015 – 2019. Actualización 2015.

- ZHUMI DOMIGUEZ, Luis Ignacio: Tesis: "Planificación Estratégica para el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Alshi – 9 de Octubre de la Provincia de Morona Santiago, Período 2017 – 2021. Macas, 2017.

4.7 ANEXOS

Dentro de los anexos de Línea base adjuntos al estudio están:

Anexo 3. Componente físico

- Análisis físico químicos de agua
- Anuarios meteorológicos
- Informe geológico geotécnico
- Modelación Hidráulica
- Informes Ruido Ambiental

Anexo 4. Componente biótico

- Autorización de colección
- Entrega colecciones macroinvertebrados en Museo UTN
- Registro fotográfico
- Tablas registros avifauna

Anexo 5 Componente socioeconómico y cultural

- Formato entrevista social
- Arqueología

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO HIDROQUEST

5. INVENTARIO FORESTAL

Preparado por:

HIDROQUEST

Para:

MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA

ENERO 2024

CONTENIDO

5.1. INVENTARIO FORESTAL 5
5.1.1. Uso del suelo, cobertura vegetal y propiedad de la tierra 5
5.2. Caracterización Cualitativa 7
5.3. Caracterización Cuantitativa 14
5.3.3. Resultados 20
5.3.3.1. Análisis general 20
5.3.3.1.1. Riqueza y abundancia 22
5.3.3.1.2. Riqueza de familias por especie 23
5.3.3.1.3. Curva de abundancia de especies 24
5.3.3.1.4. Área basal y Biomasa 24
5.3.3.1.5. Índice de diversidad 24
5.3.3.1.6. Curva de acumulación de especies del área del proyecto 25
5.3.3.1.7. Índice de Jaccard 26
5.3.3.2. Análisis de puntos cuantitativos muestreados 27
5.3.3.2.1. Transecto PMF1 27
5.3.3.2.2. Transecto PMF2 29
5.3.3.2.3. Transecto PMF3 32
5.3.3.2.4. Transecto PMF4 35
5.3.3.2.5. Transecto PMF5 37
5.3.4. Estadísticas del Inventario Forestal 40
5.3.4.1. Transecto PMF1 40
5.3.4.2. Transecto PMF2 43
5.3.4.3. Transecto PMF3 45
5.3.4.4. Transecto PMF4 48
5.3.4.5. Transecto PMF5 51
5.3.5. Cuadro de volúmenes 53
5.3.6. Volumen por hectárea (m3/ha) 53
5.3.7. Área basal por hetárea (m2/ha) 54
5.3.8. Aspectos Ecológicos 54
5.3.8.1. Especies endémicas y categorías de conservación 54
5.3.8.2. Uso de las especies 56

5.3.9. Valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos del bosque 58

5.3.9.1. Metodología 59

5.3.9.2. Análisis y resultados de la valoración económica 65

5.3.10. Conclusiones del inventario forestal 69

5.4. BIBLIOGRAFÍA 70

5.5. ANEXOS 72

5.5.1. TABLAS INVENTARIO FORESTAL 72

5.5.2. ANEXO FOTOGRÁFICO 72

	Nombre y firma de responsabilidad del Inventario Forestal	Registro Senescyt
1.	 Dr. Iván Suárez	Título DOCTOR EN BIOLOGIA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR REGISTRO SENESCYT 1005-02-256171*
	ivansuarezb@yahoo.com	Teléfono: 0985348949

*Los documentos del consultor responsable del Inventario Forestal se encuentran en el Anexo 1

5.1. INVENTARIO FORESTAL

5.1.1. Uso del suelo, cobertura vegetal y propiedad de la tierra

Para la descripción de los tipos de cobertura y usos del suelo por donde pasa el proyecto HIDROQUEST se han definido los siguientes frentes de trabajo del proyecto: Captación o interconexión, Conducción, Casa de Máquinas, Línea de Transmisión y vía de acceso.

De acuerdo con el mapa de Cobertura y Uso de suelo, el proyecto Hidroeléctrico Hidroquest se asentará casi en su totalidad en un área de cultivos y pastos plantados.

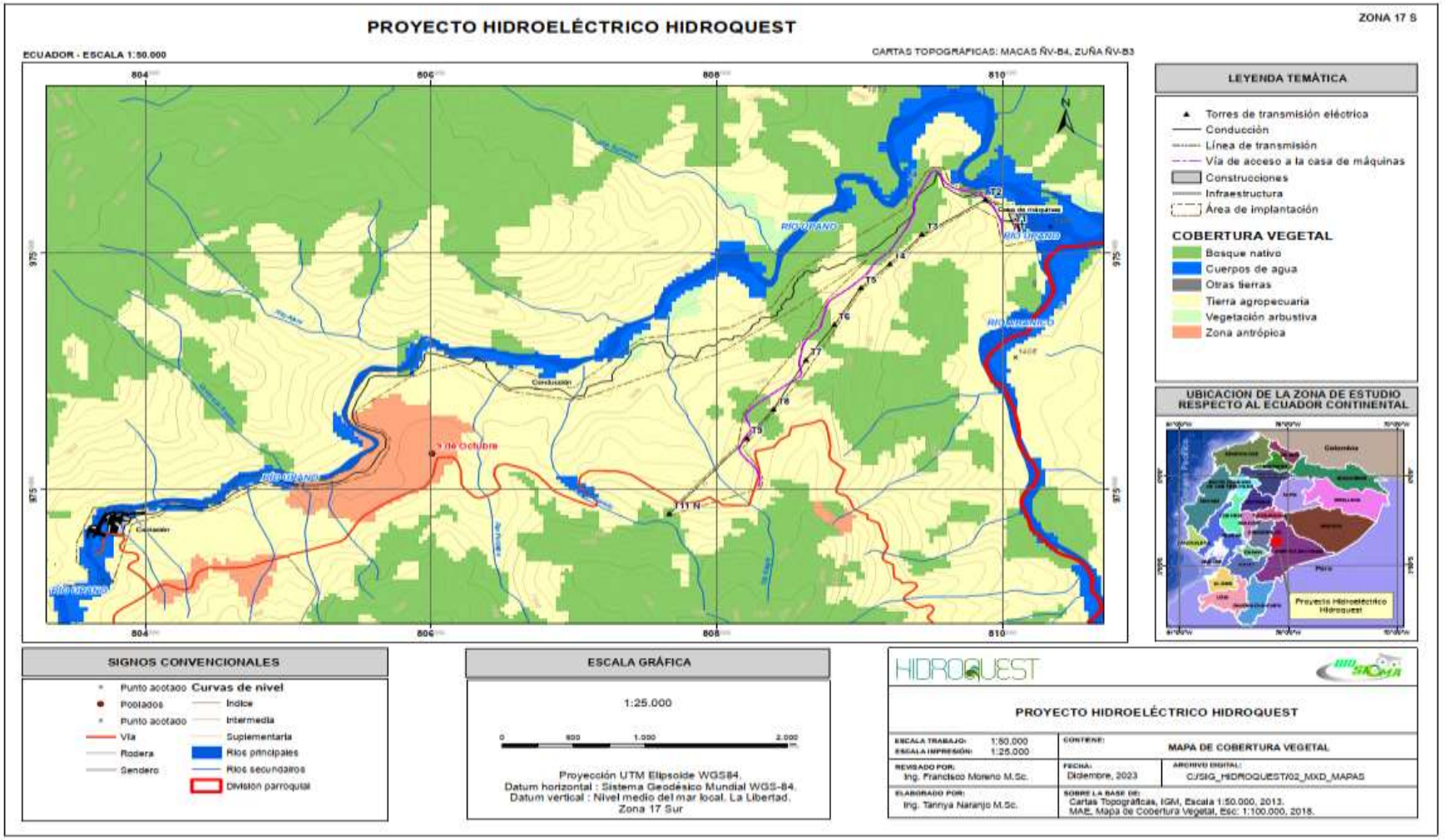
Un tramo de la conducción, línea de transmisión y vía de acceso está dentro del Bosque Protector Abanico, sin embargo, como se evidencia en el mapa, la vegetación corresponde a pastizales y tierra utilizada para fines agropecuarios en su mayoría con pocos relictos de bosque.

Con respecto a la propiedad de la tierra, las áreas donde se implantará el proyecto corresponden a propiedades privadas constituidas por fincas de habitantes de la parroquia Alshi/9 de octubre, muchas no disponen de documentos de propiedad actualizados.

Sin embargo, Hidroquest ha decidido realizar la negociación con cada uno de los propietarios a fin de adquirir las áreas necesarias para el proyecto, previo a su construcción, con lo cual las áreas intervenidas serán de propiedad de la empresa.

No se evidencia en la zona o áreas relacionadas con el proyecto Sociobosque.

A continuación, se presenta el Mapa de cobertura vegetal, basado en el mapa de uso de suelo del Sistema Nacional de Información, mediante el cual se puede determinar el uso de suelo en el área del proyecto HIDROQUEST.



Mapa 5. 1: Mapa de cobertura vegetal
Fuente: MAE 2018
Elaboración: Equipo consultor

5.2. Caracterización Cualitativa

Los ecosistemas de estribaciones o piemontanos, presentan una gran diversidad, debido a las condiciones topográficas de dichas zonas, que posibilitan la degradación rápida de los suelos ante procesos de deforestación masivos, como ha sucedido en el área del presente proyecto.

El área del proyecto resulta interesante desde el punto de vista ecológico, pues se convierte en un ecotono entre la vegetación Siempreverde Montano bajo de los Andes Orientales y los Bosques de Neblina Montanos de los Andes Orientales; donde la vegetación y la fauna pueden presentar interesantes índices de endemismo.

Por la cercanía al Parque Nacional Sangay, Bosque Protector Abanico y las dificultades de acceso; la parte baja del proyecto, aún conserva ciertas características de los ecosistemas originales, aunque se aprecia un importante grado de alteración y transformación de los bosques en áreas de pasto y plantaciones. Esta intervención es más evidente aguas abajo del proyecto, donde en el sitio de descarga ya se evidencia la dominancia de áreas de pasto y terrenos baldíos, como se observa en las siguientes fotografías.

El área del proyecto es el típico de las estribaciones de la cordillera oriental; esto es, piedemonte, colinas altas y vertientes irregulares, hasta estructuras montañosas con pasturas y árboles en pie ralos siempre verdes y vegetación exuberante en las laderas y sitios más escarpados; aunque en ciertos sectores, inclusive en área de pendientes, se observan importantes espacios de pasto.

Al realizar una calificación arbitraria de la calidad visual del paisaje; se puede establecer que se encuentran características geomorfológicas, hidrográficas, ecológicas y antrópicas que potencian la calidad del paisaje.

Si bien el área se encuentra con un importante grado de alteración, que ha conducido a la pérdida de la cobertura vegetal original; la presencia de una fisiografía irregular y cambiante; la presencia del curso del Río Upano y sus afluentes; así como la presencia de importantes relictos de vegetación, y del Bosque Protector Abanico definen al área de implantación del proyecto como de calidad Media de paisaje.

Considerando el paisaje antrópico, el área se caracteriza por una mixtura, con sectores eminentemente rurales, combinados con sectores poblados con infraestructura urbana y áreas de desarrollo de actividades productivas, especialmente ganaderas.

Un factor potenciador del paisaje es la presencia del volcán Sangay y el Bosque Protector de Abanico, visible desde el área del proyecto.

De acuerdo con el mapa de Cobertura y Uso de suelo, el proyecto se asentará casi en su totalidad en un área de cultivos y pastos plantados.

Un tramo de la conducción, línea de transmisión y vía de acceso están dentro del Bosque Protector Abanico, sin embargo, como se evidencia en el mapa, la vegetación y ecosistemas corresponde a pastizales y tierra utilizada para fines agropecuarios en su mayoría con muy pocos relictos de bosque.

Según el mapa de formaciones vegetales del Ecuador (MAE, 2013), en las áreas del proyecto se encuentran las siguientes formaciones vegetales:

Bosque Siempreverde Montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes. – Bosques de 20 a 30 m de altura, con árboles emergentes que alcanzan los 35 metros y presentan dos o tres estratos, por lo general cada especie está representada por pocos individuos (Bussmann 2003) y las lianas son escasas o ausentes (Neill 1999). A diferencia del bosque montano bajo de las vertientes orientales del norte del Ecuador, este ecosistema tiene una influencia mínima de la flora amazónica y la mayoría de los árboles pertenecen a géneros y familias de origen andino.

En particular, son frecuentes los árboles de los géneros Oreopanax, Weinmannia, Cinchona y Ocotea; entre las palmas más abundantes se incluyen Dictyocaryum lamarckianum, Ceroxylon parvifrons, C. vogelianum, Geonoma densa, G. orbygnyana y Wettinia aequatorialis; los helechos arborescentes están representados por Dicksonia sellowiana y Cyathea caracasana (Balslev y Øllgaard 2002). Las familias de árboles más comunes incluyen Melastomataceae, Rubiaceae, Lauraceae y Euphorbiaceae. En el sotobosque los arbustos comunes pertenecen a Piperaceae y las hierbas de las familias: Zingiberaceae y Heliconiaceae. Las epifitas son extremadamente abundantes y diversas con varios géneros restringidos a estas áreas y en su mayoría pertenecientes a la familia Orchidaceae (Bussmann 2003), además de especies de Bromeliaceae (Tillandsia spp. y. Guzmania spp.) y Araceae (Anthurium spp.) (Balslev y Øllgaard 2002). En general estos bosques tienen una topografía accidentada debido a un sistema complejo de crestas, pendientes fuertes, valles y barrancos. Los suelos son altamente heterogéneos, ferralíticos arcillosos, franco arcilloso, franco arcillo limosos y con drenaje moderado a bueno, siendo más ricos en nutrientes en las áreas de barrancos que en las crestas. Fleischbein et al. (2010) menciona que en bosques distribuidos entre los 1900-2200 m de altitud, la lluvia horizontal puede llegar a casi 2600 mm anuales. La vegetación tiene mejores condiciones de crecimiento en las áreas de elevación más baja debido a mayor disponibilidad de nutrientes y menor frecuencia de disturbios (Somier et al. 2008).

Especies diagnósticas: Abarema killipii, Alchornea grandiflora, Alzatea verticillata, Aniba muca, Axinaea sclerophylla, Beilschmiedia sulcata, Cecropia polyphlebia, Centronia laurifolia, Cinchona lucumifolia, C. rugosa, C. officinalis, Clusia latipes, C. magnifolia, Cupania americana, Dictyocaryum lamarckianum, Elaeagia ecuadorensis, E. karstenii, Endlicheria formosa, E. sericea, Eschweilera caudiculata, Ficus krukovii, F. subandina, Graffenrieda emarginata, Hedyosmum anisodorum, H. translucidum, Hieronyma asperifolia, H. fendleri, Hirtella triandra, Inga acreana, I. striata, Matayba inelegans, Mauria heterophylla, M. membranifolia, M. simplicifolia, Meriania drakei, Micropholis guyanensis,

Naucleopsis glabra, Nectandra acutifolia, N. lineatifolia, N. membranacea, Ocotea aciphylla, O. benthamiana, O. cuneifolia, Oreopanax microflorous, Persea caerulea, Picramnia sellowii, Podocarpus oleifolius, Prestoea ensiformis, Prunus opaca, Saurauia peruviana, Tabebuia chrysantha, Tapirira obtusa, Vismia tomentosa, Wettinia maynensis, Zinowiewia australis. Chamaedorea pinnatifrons, Geonoma interrupta, Joosia aequatoria, Mabea elata, Miconia imitans, M. multispicata, Piper perareolatum, Siparuna cascada, S. muricata (Lozano 2002, Bussmann 2003, Somier et al. 2008)).

En áreas alteradas se desarrollan árboles de 10-12 m de altura, de un solo estrato, en donde son abundantes *Axinea quitensis, Vismia tomentosa, Baccharis genisteloides*. Las zonas de deslaves y las laderas empinadas están cubiertas por gramíneas bambusoideas del género *Chusquea* (Balslev y Øllgaard 2002).

En el sotobosque los arbustos comunes pertenecen a Piperaceae, y las hierbas megáfilas a Zingiberaceae y Heliconiaceae. Los árboles son: *Abarema killipii, Alchornea grandiflora, Alzatea verticillata, Aniba muca, Axinaea sclerophylla, Beilschmiedia sulcata, Cecropia polyphlebia, Centronia laurifolia, Chamaedorea pinnatifrons, Cinchona lucumifolia, C. rugosa, C. officinalis, Clusia latipes, C. magnifolia, Cupania americana, Dictyocaryum lamarckianum, Elaeagia ecuadorensis, E. karstenii, Endlicheria formosa, E. sericea, Eschweilera caudiculata, Ficus krukovii, F. subandina, Geonoma interrupta, Graffenrieda emarginata, Hedyosmum anisodorum, H. translucidum, Heliocarpus americanus, Hieronyma asperifolia, H. fendleri, Hirtella triandra, Inga acreana, I. striata, Joosia aequatoria, Mabea elata, Matayba inelegans, Mauria heterophylla, M. membranifolia, M. simplicifolia. Meriania drakei, Miconia imitans, M. multispicata, Micropholis guyanensis, Naucleopsis glabra, Nectandra acutifolia, N. lineatifolia, N. membranacea, Ocotea aciphylla, O. benthamiana, O. cuneifolia, Oreopanax microflorous, Persea caerulea, Picramnia sellowii, Piper perareolatum, Podocarpus oleifolius, Prestoea ensiformis, Prunus opaca, Saurauia peruviana, Siparuna cascada, S. muricata, Tabebuia chrysantha, Tapirira obtusa, Vismia tomentosa, Weinmannia spp. , Wettinia maynensis, Zinowiewia australis* (Bussmann 2003, Lozano 2002, Homeier et al. 2008)

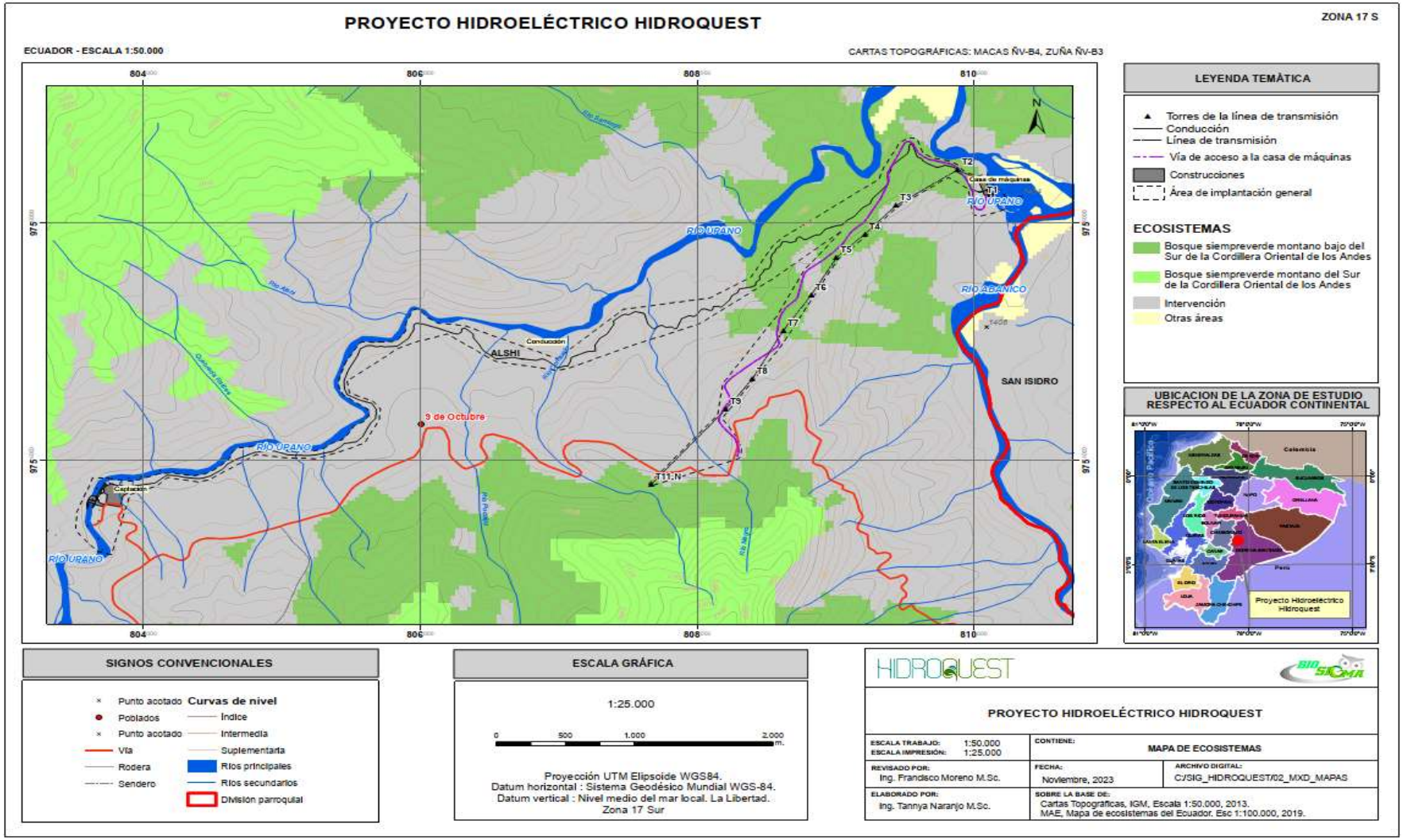
La vegetación se ubica en zonas montañosas de laderas o pendientes medianamente pronunciadas, aquí se registra una mezcla de especies de bosque húmedo tropical y especies de bosque de montaña por lo que constituye una zona de transición.

La humedad relativa del ambiente es bastante alta debido principalmente a la presencia de neblina, lluvias y abundantes musgos y epífitas que mantienen la humedad y canalizan el agua por goteo. El suelo es escaso y en ocasiones es reemplazado por una capa de humus y hojarasca en descomposición que se dispone a manera de un colchón sobre la roca.

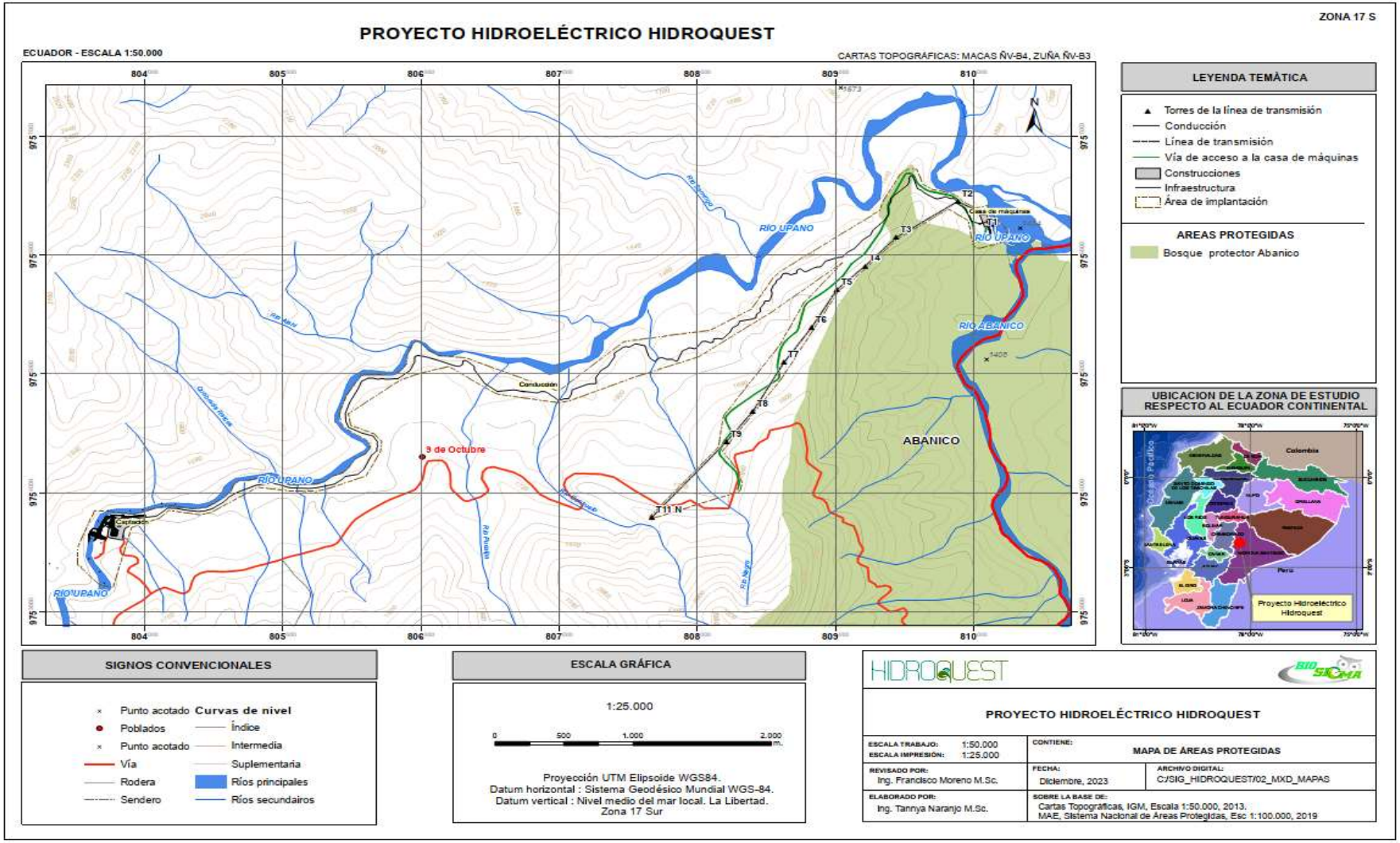
Figura 5. 1: Vista de la vegetación del Bosque Siempreverde Montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes

Áreas intervenidas. - Conformada principalmente por las áreas de pastizales que constituyen extensiones de terreno de pocas o varias hectáreas destinadas a la siembra de pastos para el ganado vacuno. El forraje preferido en la zona es el "pasto alemán" *Echinochloa polystachya* y el "pasto elefante" *Pennisetum purpureum* (Poaceae), generalmente se observan cercanos a las viviendas, en áreas donde el bosque natural fue reemplazado en su totalidad.

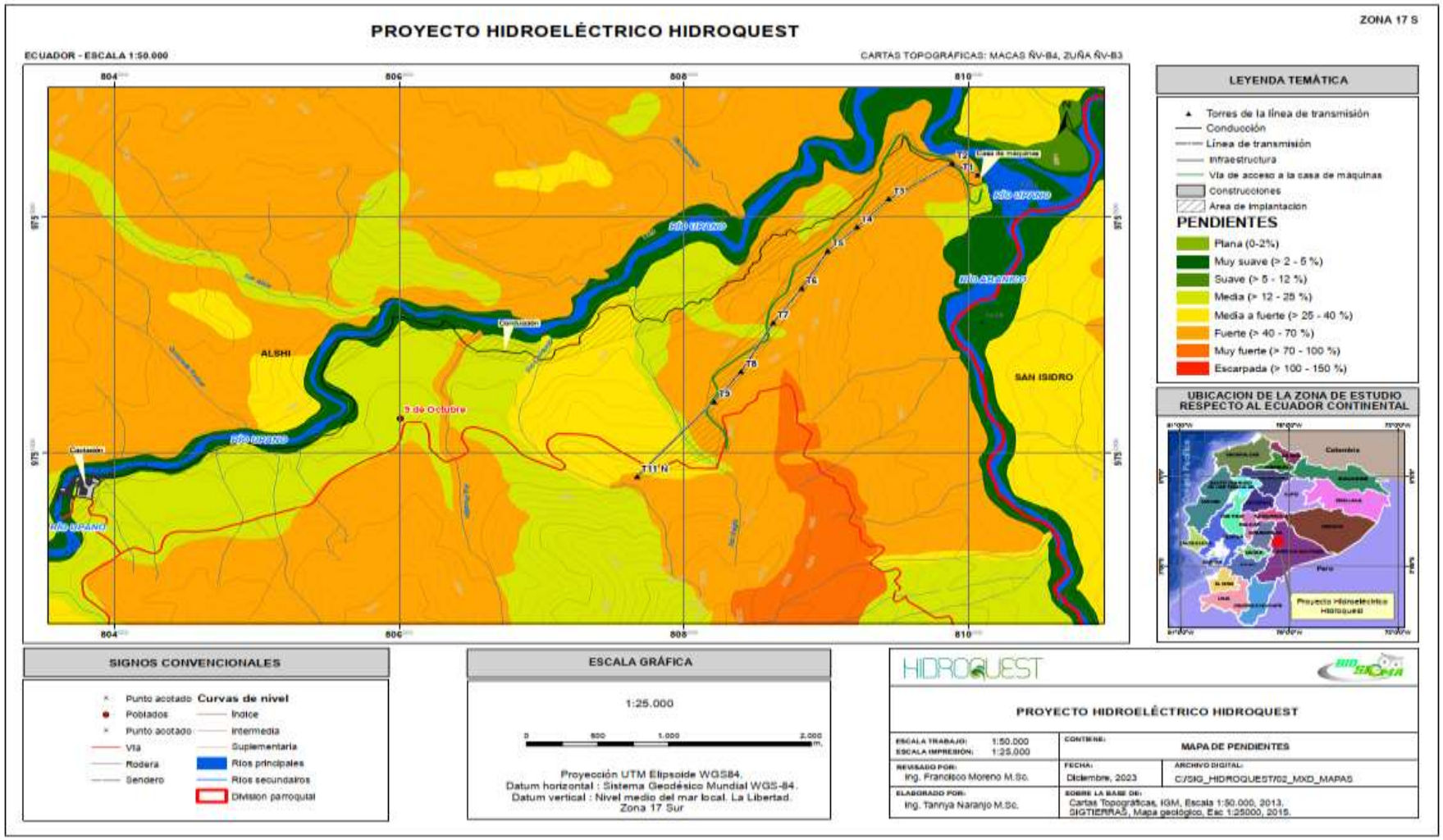
Figura 5. 2: Vegetación altamente intervenida en la unión de los ríos Upano y Abanico



Mapa 5. 2: Mapa de ecosistemas
Fuente: MAE 2019
Elaboración: Equipo consultor



Mapa 5. 3: Mapa de Áreas Protegidas
Fuente: MAE 2019
Elaboración: Equipo consultor



Mapa 5. 4: Mapa de pendientes
Fuente: SIGTIERRAS 2015
Elaboración: Equipo consultor

5.3. Caracterización Cuantitativa

5.3.1. Fase de campo

Los puntos de muestreo realizados para el análisis florístico se encuentran en la tabla siguiente.

FECHA	SITIO DEL MUESTREO	CÓDIGO	COORDENADAS WGS 84 ZONA 18 SUR		Altitud	METODOLOGÍA	DESCRIPCION
			Este	Norte			
13/9/2022	El Tigrillo Casa de máquinas	PF1-01	809931,4	9756250	1460	Parcela florística de100 x 15 metros. Evaluación de composición y diversidad de especies. Aspectos ecológicos.	Presenta un bosque natural alterado, la topografía es irregular sobre una pequeña meseta parcialmente plana, se evidencia trochas para extracción de maderas comerciales. Presenta un dosel abierto, sotobosque escaso, abundante estrato herbáceo entremezclado con lianas y bejucos, un extremo del transecto presenta alteración por causa de derrumbes anteriores, por lo tanto no existe cobertura boscosa representativa.
		PF1-02	809919,7	9756328			
		PF1-03	809941,5	9756327			
		PF1-04	809910,9	9756254			
14-15/9/2022	El Tigrillo conducción y LT	PF2-01	809342	9756337	1540	Parcela florística de100 x 15 metros. Evaluación de composición y diversidad de especies. Aspectos ecológicos.	Ubicado al interior del Bosque Protector Abanico, el área se presenta alterada, por caídas de árboles, el dosel es abierto, subdosel escaso, sotobosque abundante al igual que el estrato herbáceo.
		PF2-02	809411,5	9756281			
		PF2-03	809355	9756349			
		PF2-04	809397,4	9756270			
16/9/2022	cerca a Alshi-9 de Octubre Conducción	PF3-01	807262,5	9755027	1520	Parcela florística de100 x 15 metros. Evaluación de composición y diversidad de especies. Aspectos ecológicos.	Área muy cercana al borde derecho aguas abajo del Rio Upano, se llega al sector cruzando pastizales, en un remanente de bosque con pendiente pronunciada. El área es irregular, existe presencia de guadua, camacho. El dosel se presenta abierto, abundante sotobosque y estrato herbáceo.
		PF3-02	807164,7	9755007			
		PF3-03	807162,1	9755022			
		PF3-04	807259,1	9755043			
17/9/2022	Captación	PF4-01	804152,6	9753837	1600	Parcela florística de100 x	Cercano a la casa de máquinas del PH

FECHA	SITIO DEL MUESTREO	CÓDIGO	COORDENADAS WGS 84 ZONA 18 SUR		Altitud	METODOLOGÍA	DESCRIPCION
			Este	Norte			
	/interconexión	PF4-02	804053,2	9753828		15 metros. Evaluación de composición y diversidad de especies. Aspectos ecológicos.	Hidronormandia, margen derecha aguas abjo del Rio Upano, cercano al área de descarga, cobertura vegetal de un pequeño remanente de bosque secundario con árboles de bosque natural. Dosel ausente, sotobosque abundante, un porcentaje es plana y la otra parte es con pendiente, adicional área mal drenada.
		PF4-03	804154,7	9753822			
		PF4-04	804054,2	9753810			
18/9/2022	LT y vía de acceso	PF5-01	808230	9754694	1720	Parcela florística de100 x 15 metros. Evaluación de composición y diversidad de especies. Aspectos ecológicos.	Bosque natural parcialmente alerado, dosel abierto, sotobosque escaso, herbáceo escaso, área con pendiente pronunciada, área alterada por tareas de topografía anteriores, cercano a un cuerpo de agua.
		PF5-02	808244	9754681			
		PF5-03	808318	9754752			
		PF5-04	808304	9754761			

Tabla 5. 1: Ubicación de puntos de muestreo
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Para el levantamiento de datos a nivel de campo, se realizaron las siguientes actividades:

- Ubicación geográfica de los vértices de los transectos cuantitativos.

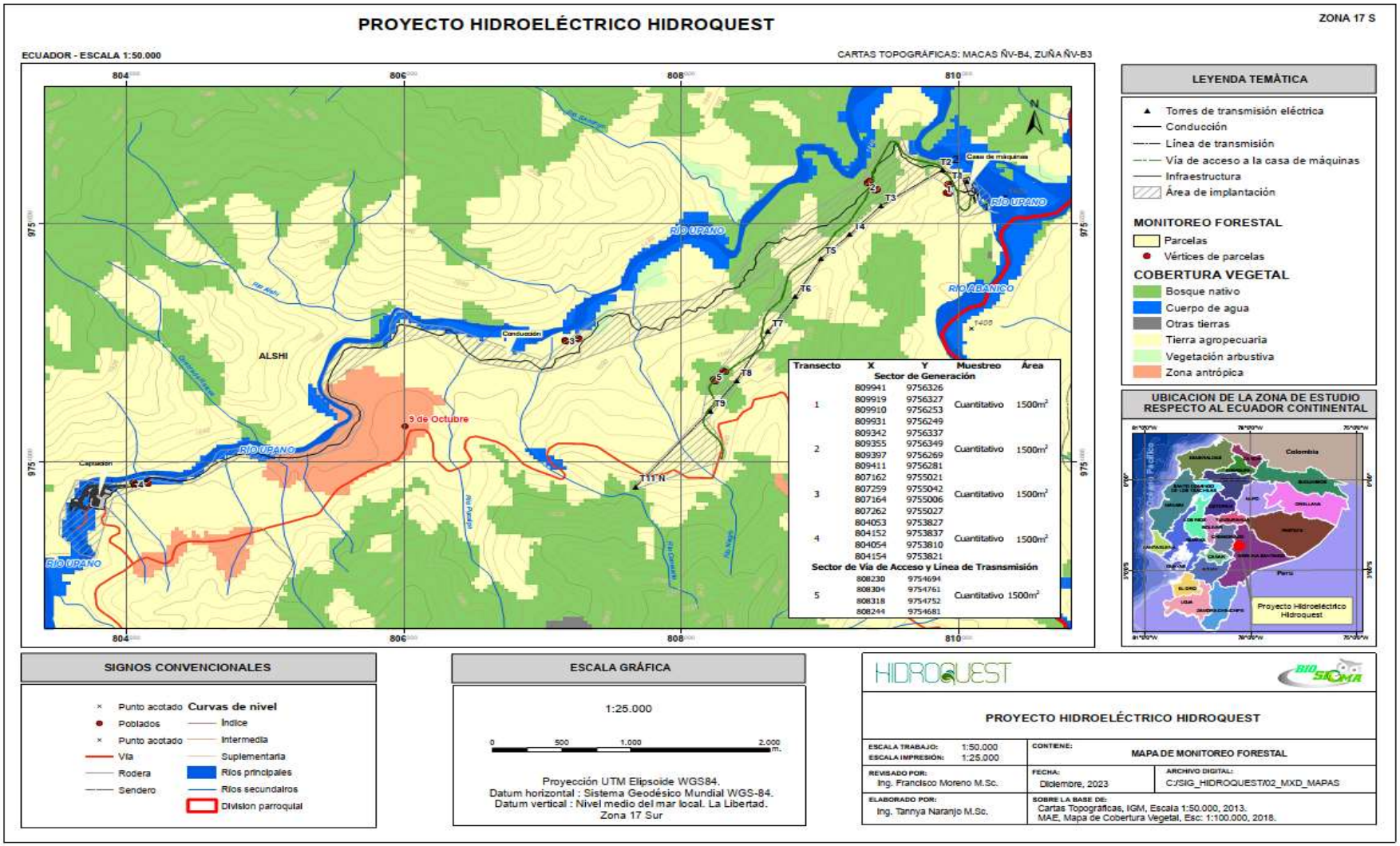
- Medición y marcaje de los árboles, palmas y lianas dentro de los transectos temporal de 100 x 15 m, dentro de los cuales se midió el DAP de los árboles, palmas y lianas mayores a 10 cm, se midió además la altura comercial y total dentro de las parcelas temporales. La superficie muestreada fue de 7500 m^2 (0,75 hectáreas).

- Se recabo la información referente a los nombres comunes y usos proporcionados por los guías locales.

Los materiales y equipos utilizados para la ejecución del censo forestal fueron los siguientes:

- Mapa topográfico
- Libreta de campo y hojas de campo.
- Materiales de oficina: porta minas, marcador permanente, tablero.
- Pintura en spray para marcación (roja)
- Flexómetro de 50 m y 1,5 m
- Cintas de marcaje, maskin.
- Equipos: Cámara fotográfica digital, computadora portátil.
- Herramientas: machete, piola plástica, cinta métrica.
- Botiquín de primeros auxilios

Las especies vegetales arbóreas fueron identificadas *in situ*, valiéndose de las características morfológicas propias de cada taxón.



Mapa 5. 5: Mapa de puntos de muestreo Inventario Forestal
Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: Equipo consultor

5.3.2. Fase de gabinete. Análisis de datos

Para el análisis de los datos obtenidos dentro de las parcelas, se utilizó las fórmulas propuestas por (Cerón, 2015).

Área Basal (AB en m2). - El área basal de un árbol se define como el área del DAP en corte transversal del tallo o tronco del individuo. El área basal de una especie determinada en la parcela es la suma de las áreas básales de todos los individuos con DAP igual o mayor a 10 cm.

Densidad Relativa (Dn. R.). - La Densidad Relativa de una especie determinada es proporcional al número de individuos de esa especie, con respecto al número total de árboles de la parcela o transecto.

Dominancia Relativa (Dm. R). - La Dominancia Relativa de una especie determinada es la proporción del área basal de esa especie, con respecto al área basal de todos los árboles de la parcela o transecto.

Índice del Valor de Importancia (IVI). - Se suman los dos parámetros, dominancia relativa y densidad relativa, para llegar al Valor de Importancia. La sumatoria del Índice de Valor de Importancia para todas las especies de la parcela es siempre igual a 200. Se puede considerar, entonces, que las especies que alcanzan un valor de importancia superior a 20 dentro del cuadrante, es decir el 10% del valor total, son importantes y comunes componentes del bosque muestreado.

Los cálculos se realizaron mediante las siguientes formulas:

Área Basal

$$AB = n\left(\frac{DAP}{2}\right)^2$$

Densidad Relativa

$$Dn.R = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ una\ especie}{Número\ total\ de\ los\ individuos\ de\ la\ parcela} * 100$$

Dominancia Relativa

$$Dm.R = \frac{Área\ basal\ de\ la\ especie}{Área\ basal\ de\ todas\ las\ especies\ de\ la\ parcela} * 100$$

Índice del Valor de Importancia (IVI)

$$IVI = DR + DMR$$

Volumen

La biomasa es una variable para obtener el peso seco del material vegetal vivo por unidad de área. Esta variable se puede estimar de manera directa o indirecta.

Para esta ocasión se usará la forma indirecta, por medio de las estimaciones de volumen del material vivo dentro de la parcela

$$V = L * AB * Ff$$

Donde
V = Volumen
L = Longitud o altura del árbol; y
AB = Área Basal
Ff =factor de forma (0,7)

Factor de Forma

Es un factor de reducción, porque el árbol no tiene la forma de un cilindro. Su volumen siempre es menor al de un cilindro. La obtención de dicho factor se efectúa tomando el volumen real y dividiéndolo entre el volumen de un cilindro con el diámetro medido a una altura de 1.30 metros en el árbol.

El factor de forma (ff) es una característica que tiene cada especie, pero, por convenio, se utiliza el valor de 0.70 para todas las especies.

El cálculo del Factor de Forma (f.f.) es de importancia para un adecuado procesamiento de datos de un inventario forestal, ya que el campo se toma medidas directas como el DAP, así como medidas indirectas como es el alto de los fustes.

En base a la medición del DAP y la altura se calcula el volumen de un cilindro y a partir de él, por aplicación del factor de forma se obtiene el volumen de madera con o sin corteza, dependiendo de la clase de medidas tomadas en campo. Por ende, la importancia del factor de forma para obtener un cálculo más exacto del volumen de madera. Para esta ocasión se determinó el cálculo del volumen de madera con corteza.

Índices de diversidad

Índice de Shannon-Wiener. - Se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio. Toma en cuenta dos aspectos de la

diversidad, la riqueza de las especies y la uniformidad de la distribución del número de individuos de cada especie.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

Donde:
S – número de especies (la riqueza de especies)
pi – proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i):

$$\frac{n_i}{N}$$

ni – número de individuos de la especie i
N – número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Índice de Simpson. - Conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie.

La fórmula para el índice de Simpson es:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{S} n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$$

Donde S es el número de especies, N es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas) y n es el número de ejemplares por especie.

5.3.3. Resultados

5.3.3.1. Análisis general

A continuación, se presenta un listado de las especies registradas en los 5 transectos de muestreo cuantitativo, clasificadas de manera descendente con base al valor estimado del Índice de Valor de Importancia (IVI). Donde las especies *Piptocoma discolor, Beilschmiedia sulcata* y *Dictyocaryum lamarckianum* registran

el valor más alto del IVI con 11,24, 10,10 y 9,23 respectivamente. Estos resultados se deben a que estas especies presentan un alto número de individuos, así también, registran un alto valor de área basal.

N	Familia	Especie	Fr.	AB (m^2)	VC (m^3)	VT (m^3)	DnR	DmR	IVI
1	Asteraceae	*Piptocoma discolor*	19	0,98	6,38	10,25	4,97	6,26	11,24
2	Lauraceae	*Beilschmiedia sulcata*	22	0,68	5,05	6,49	5,76	4,35	10,10
3	Arecaceae	*Dictyocaryum lamarckianum*	15	0,83	7,98	9,52	3,93	5,30	9,23
4	Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	16	0,78	6,05	10,28	4,19	4,98	9,17
5	Fabaceae	*Inga acreana*	23	0,44	2,51	3,39	6,02	2,81	8,83
6	Moraceae	*Ficus dulciaria*	4	0,99	5,81	14,00	1,05	6,33	7,37
7	Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	15	0,45	2,02	2,71	3,93	2,88	6,80
8	Meliaceae	*Cedrela odorata*	8	0,72	6,32	9,10	2,09	4,60	6,69
9	Rubiaceae	*Hoffmannia sp*	11	0,53	2,62	4,42	2,88	3,39	6,27
10	Euphorbiaceae	*Tetrorchidium macrophyllum*	17	0,28	1,45	1,95	4,45	1,79	6,24
11	Lauraceae	*Aniba canelilla*	12	0,42	3,57	4,74	3,14	2,68	5,83
12	Arecaceae	*Bactris setulosa*	17	0,19	1,10	1,39	4,45	1,21	5,66
13	Lauraceae	*Ocotea argyrophylla*	12	0,37	2,62	4,17	3,14	2,36	5,51
14	Myristicaceae	*Otoba glycycarpa*	6	0,58	7,45	8,91	1,57	3,71	5,28
15	Araliaceae	*Oreopanax mucrolanatus*	7	0,48	3,18	4,77	1,83	3,07	4,90
16	Rubiaceae	*Elaegia sp*	7	0,41	2,98	5,04	1,83	2,62	4,45
17	Melastomataceae	*Miconia affinis*	12	0,19	0,81	1,39	3,14	1,21	4,36
18	Malvaceae	*Heliocarpus americanus*	5	0,46	4,44	5,37	1,31	2,94	4,25
19	Urticaceae	*Pourouma guianensis*	8	0,29	1,97	2,81	2,09	1,85	3,95
20	Meliaceae	*Trichilia pachypoda*	4	0,41	3,61	6,60	1,05	2,62	3,67
21	Hypericaceae	*Vismia baccifera*	5	0,35	2,24	2,99	1,31	2,24	3,55
22	Sapotaceae	*Pouteria trilocularis*	2	0,47	4,32	7,75	0,52	3,00	3,53
23	Euphorbiaceae	*Alchornea glandulosa*	7	0,25	2,39	3,43	1,83	1,60	3,43
24	Arecaceae	*Socratea exorrhiza*	9	0,15	1,53	1,89	2,36	0,96	3,31
25	Siparunaceae	*Siparuna cervicornis*	7	0,23	1,62	2,33	1,83	1,47	3,30
26	Fabaceae	*Inga sapindoides*	7	0,22	1,24	1,73	1,83	1,41	3,24
27	Lauraceae	*Aniba coto*	5	0,28	1,66	2,64	1,31	1,79	3,10
28	Melastomataceae	*Blakea spruceana*	8	0,13	0,63	0,93	2,09	0,83	2,92
29	Nyctaginaceae	*Neea divaricata*	8	0,12	0,42	0,75	2,09	0,77	2,86
30	Salicaceae	*Tetrathylacium macrophyllum*	7	0,11	0,69	0,94	1,83	0,70	2,54
31	Moraceae	*Sorocea muriculata*	4	0,23	2,23	3,18	1,05	1,47	2,52
32	Moraceae	*Ficus sp*	1	0,32	3,38	6,76	0,26	2,04	2,31
33	Solanaceae	*Solanum altissimun*	3	0,21	2,42	2,79	0,79	1,34	2,13
34	Burseraceae	*Dacryodes peruviana*	4	0,16	1,18	2,14	1,05	1,02	2,07
35	Urticaceae	*Cecropia angustifolia*	5	0,11	0,58	0,81	1,31	0,70	2,01
36	Arecaceae	*Wettinia maynensis*	6	0,06	0,51	0,63	1,57	0,38	1,95
37	Burseraceae	*Dacryodes olivifera*	1	0,23	3,50	3,98	0,26	1,47	1,73

N	Familia	Especie	Fr.	AB (m^2)	VC (m^3)	VT (m^3)	DnR	DmR	IVI
38	Lauraceae	*Endlicheria serícea*	4	0,07	0,44	0,57	1,05	0,45	1,49
39	Lauraceae	*Nectandra sp*	3	0,10	0,52	0,97	0,79	0,64	1,42
40	Fabaceae	*Inga vera*	2	0,14	1,65	2,43	0,52	0,89	1,42
41	Rutaceae	*Esenbeckia amazonica*	4	0,05	0,10	0,22	1,05	0,32	1,37
42	Actinidiaceae	*Saurauia prainiana*	3	0,08	0,39	0,55	0,79	0,51	1,30
43	Burseraceae	*Trattinickia glaziovii*	3	0,08	0,35	0,56	0,79	0,51	1,30
44	Annonaceae	*Guatteria glaberrima*	3	0,06	0,18	0,41	0,79	0,38	1,17
45	Sapotaceae	*Pouteria acuminata*	2	0,09	0,53	0,71	0,52	0,58	1,10
46	Moraceae	*Brosimun sp*	1	0,13	1,50	2,21	0,26	0,83	1,09
47	Rubiaceae	*Bathysa sp*	1	0,12	1,00	1,16	0,26	0,77	1,03
48	Clusiaceae	*Clusia hammelina*	2	0,06	0,27	0,38	0,52	0,38	0,91
49	Myristicaceae	*Virola elongata*	1	0,10	1,21	1,42	0,26	0,64	0,90
50	Moraceae	*Perebea guianensis*	2	0,04	0,23	0,34	0,52	0,26	0,78
51	Annonaceae	*Unonopsis veneficiorum*	1	0,08	0,70	0,87	0,26	0,51	0,77
52	Staphyleaceae	*Turpinia occidentalis*	2	0,03	0,17	0,24	0,52	0,19	0,72
53	Fabaceae	*Erytrina sp*	2	0,02	0,06	0,09	0,52	0,13	0,65
54	Anacardiaceae	*Tapirira guianensis*	2	0,02	0,08	0,11	0,52	0,13	0,65
55	Salicaceae	*Casearia aculeata*	1	0,04	0,25	0,33	0,26	0,26	0,52
56	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	1	0,04	0,22	0,30	0,26	0,26	0,52
57	Salicaceae	*Banara guianensis*	1	0,03	0,14	0,19	0,26	0,19	0,45
58	Melastomataceae	*Miconia clathrantha*	1	0,02	0,04	0,08	0,26	0,13	0,39
59	Melastomataceae	*Miconia tomentosa*	1	0,02	0,09	0,13	0,26	0,13	0,39
60	Sapotaceae	*Pouteria sp*	1	0,02	0,07	0,13	0,26	0,13	0,39
61	Urticaceae	*Urera caracasana*	1	0,02	0,02	0,08	0,26	0,13	0,39
62	Rubiaceae	*Borojoa claviflora*	1	0,01	0,07	0,11	0,26	0,06	0,33
63	Euphorbiaceae	*Croton tessmannii*	1	0,01	0,03	0,05	0,26	0,06	0,33
64	Poaceae	*Guadua angustifolia*	1	0,01	0,04	0,06	0,26	0,06	0,33
65	Meliaceae	*Guarea silvatica*	1	0,01	0,03	0,06	0,26	0,06	0,33
66	Chloranthaceae	*Hedyosmun racemosum*	1	0,01	0,01	0,03	0,26	0,06	0,33
67	Malvaceae	*Matisia cordata*	1	0,01	0,04	0,05	0,26	0,06	0,33
68	Myrtaceae	*Myrcia sp*	1	0,01	0,03	0,06	0,26	0,06	0,33
69	Rubiaceae	*Palicourea lasiantha*	1	0,01	0,06	0,11	0,26	0,06	0,33
Total			**382**	**15,64**	**118,97**	**178,04**	**100,00**	**100,00**	**200,00**

Fr.= frecuencia (número de individuos por especie). AB= área basal. VC= volumen comercial. VT= volumen total. DnR= densidad relativa. DmR= dominancia relativa. IVI= índice de valor de importancia

Tabla 5. 2: Especies registradas en el área del proyecto
Fuente y elaboracion: Equipo consultor

5.3.3.1.1. Riqueza y abundancia

En los 5 transectos cuantitativos se registraron 382 individuos, correspondientes a 69 especies, 60 géneros y 30 familias botánicas, como en el gráfico siguiente.

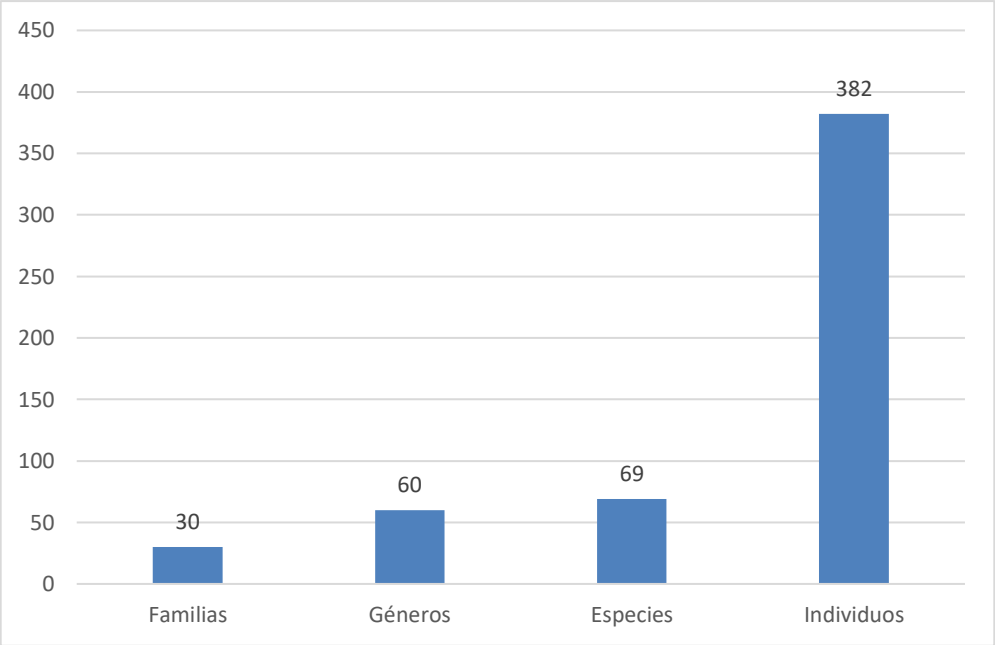


Figura 5. 3: Riqueza general del área del proyecto
Fuente y elaboración: Equipo consultor

5.3.3.1.2. Riqueza de familias por especie

Las familias más representativas en el área del proyecto, son Lauraceae con 6 especies registradas, seguido de Moraceae y Rubiaceae con 5 especies cada una, las familias Arecaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae y Melastomataceae registran 4 especies cada una; 14 familias presentan una sola especie registrada, como se muestra en el gráfico siguiente.

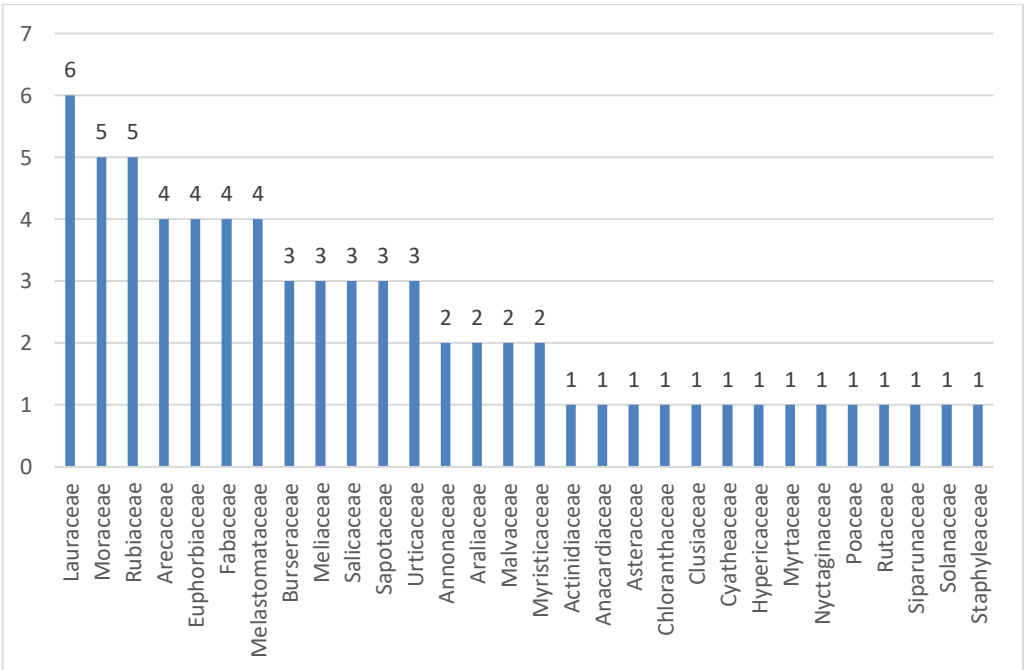


Figura 5. 4: Riqueza de familias por especie
Fuente y elaboración: Equipo consultor

5.3.3.1.3. Curva de abundancia de especies

Analizando la curva de abundancia de especies registradas en los 5 transectos cuantitativos se determinó que las especies más representativas fueron: *Inga acreana* con el 6,02% representada por 23 individuos, seguido de *Beilschmiedia sulcata* con el 5,76% (22 individuos); *Piptocoma discolor* con el 4,97% (19 individuos); las especies *Tetrorchidium macrophyllum y Bactris setulosa* con el 4,45% y representadas con 17 individuos cada una; 21 especies registran un solo individuo.

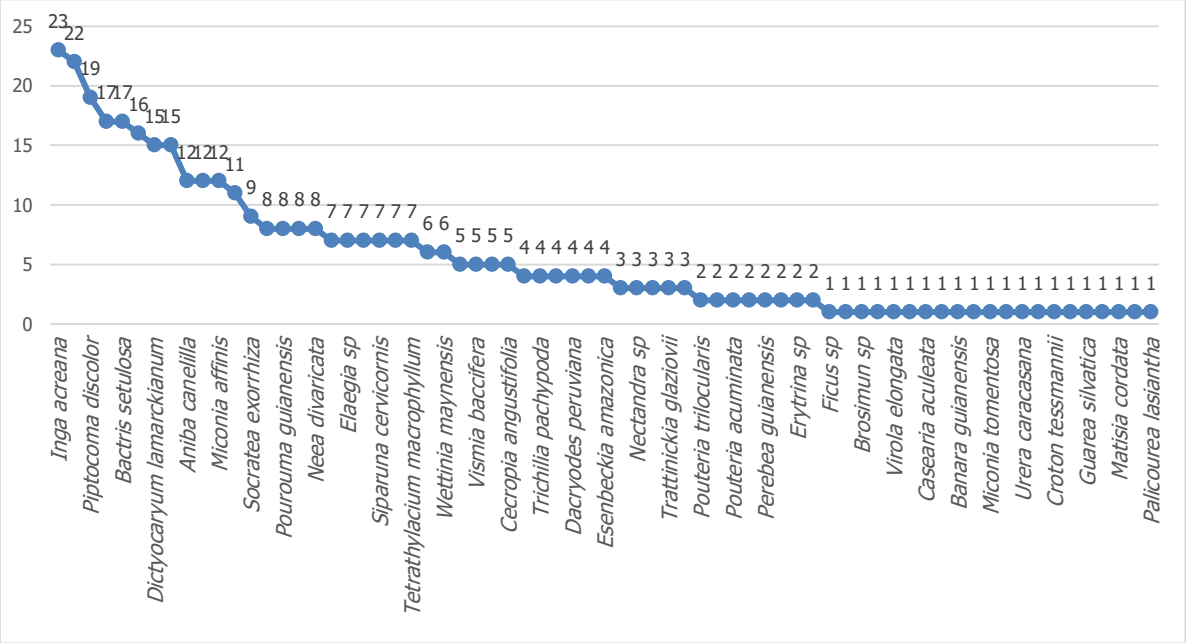


Figura 5. 5: Curva de abundancia de especies
Fuente y elaboración: Equipo consultor

5.3.3.1.4. Área basal y Biomasa

En los resultados obtenidos en los 5 transectos de muestreo cuantitativo en el área del proyecto, se registró un área basal de 15,64m^2. Las especies *Ficus dulciaria y Piptocoma discolor* registraron la mayor área basal con 0,99 y 0,98 m^2 respectivamente.

La biomasa o volumen total fue de 178,04m^3. Las especies *Ficus dulciaria* y *Sapium glandulosum* registraron el mayor volumen total con 14,00 y 10,28 m^3 respectivamente. El volumen comercial que se registró para el área del proyecto fue de 118,97 m^3.

5.3.3.1.5. Índice de diversidad

Al analizar los datos con el programa Past Versión 2.03 (2010) se reflejaron los valores que se indican en la siguiente tabla.

Transecto	Individuos	Especies	Shannon	Interpretación	Simpson	Interpretación	Dominancia
PMF1	73	31	3,122	Diversidad alta	0,9424	Diversidad alta	Baja
PMF2	70	31	3,006	Diversidad alta	0,9184	Diversidad alta	Baja
PMF3	69	28	2,931	Diversidad alta	0,9217	Diversidad alta	Baja
PMF4	90	23	2,679	Diversidad alta	0,9109	Diversidad alta	Baja
PMF5	80	27	2,97	Diversidad alta	0,9272	Diversidad alta	Baja

Tabla 5. 3: Índice de diversidad
Fuente y elaboración: Equipo consultor

El índice de diversidad de Shannon realizado para los 5 transectos de muestreo cuantitativo del área del proyecto, al compararlos se puede determinar que el Transecto PMF1 presentó la mayor diversidad, mientras que el Transecto PMF4, fue el que presentó la menor diversidad. Al observar los datos de riqueza, se observó que el transecto PMF1 y PMF2 presentaron el mayor número de especies, presentando una heterogeneidad dada principalmente por las especies con un solo individuo. Esto se debe a que el 54,84% y 61,29% (17 y 19 especies) respectivamente de estos transectos están representadas por un individuo. Mientras que el transecto PMF4 es el transecto con menos especies, donde el 47,83% (11 especies) de este sitio de muestreo están representadas por un individuo. Todos los valores del índice de Shannon poseen valores superiores a 2,5

En relación al índice de Simpson, se puede ver que todos los transectos de muestreo presentan valores superiores a 0,91, donde el transecto PMF1 presentó la mayor diversidad y, por consiguiente, la menor dominancia. En cambio, el transecto PMF4 presentó la menor diversidad, al comparar su valor entre los sitios, pero igual posee una baja dominancia. Esto se corrobora al analizar las curvas de dominancia de cada sitio, donde no existen diferencias notables entre el número de individuos que se registraron, lo que demuestra que existe baja dominancia de especies en los sitios de muestreo del área del proyecto.

5.3.3.1.6. Curva de acumulación de especies del área del proyecto

La curva de acumulación de especies se realiza en función del esfuerzo de muestreo, la misma que es directamente proporcional al crecimiento del número de especies raras por ampliación del área a muestrear, permitiendo el poder estabilizar la curva de acumulación de especies en un momento dado.

El probable número de especies a encontrar para el estimador no paramétrico Chao-1 es de 77,04 especies, mientras que en el muestreo se registró 69 especies, esto quiere decir que se alcanzó un esfuerzo de muestreo del 89,56% para el área del proyecto.

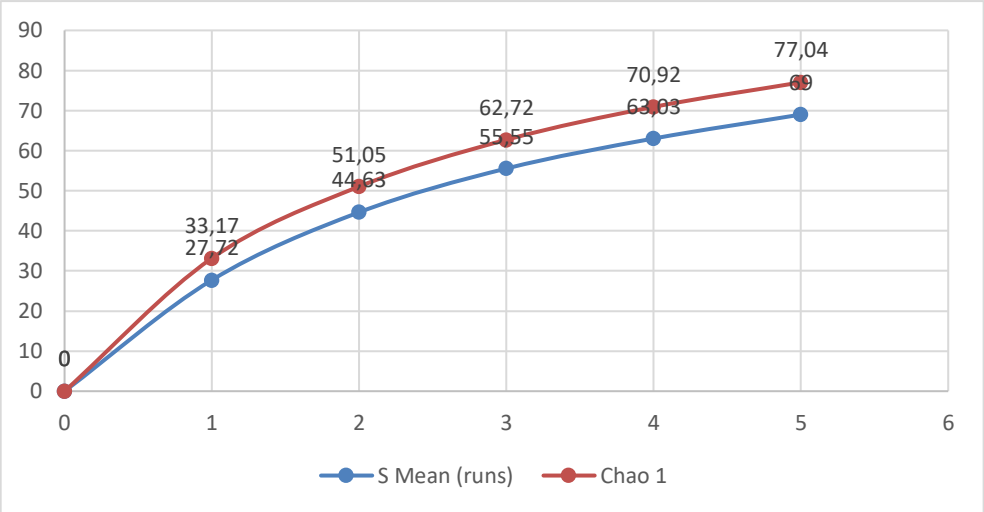


Figura 5. 6: Curva de acumulación de especies del área del proyecto
Fuente y elaboración: Equipo consultor

5.3.3.1.7. Índice de Jaccard

Al analizar el índice de Similitud de Jaccard, se observa que la mayor similitud se registra entre los transectos PMF4 – PMF5 con el 35,14%; mientras que los transectos con menor similitud registrada son PMF1 – PMF4 con 14,89%; es decir es el porcentaje de especies que comparten entre los puntos de muestreo. Estos resultados pueden deberse a que los transectos de muestreo cuantitativos de Flora registran características ecológicas similares. Donde las especies *Inga acreana, Miconia affinis y Pourouma guianensis,* son las que se encuentran presentes en los 5 transectos de muestreo.

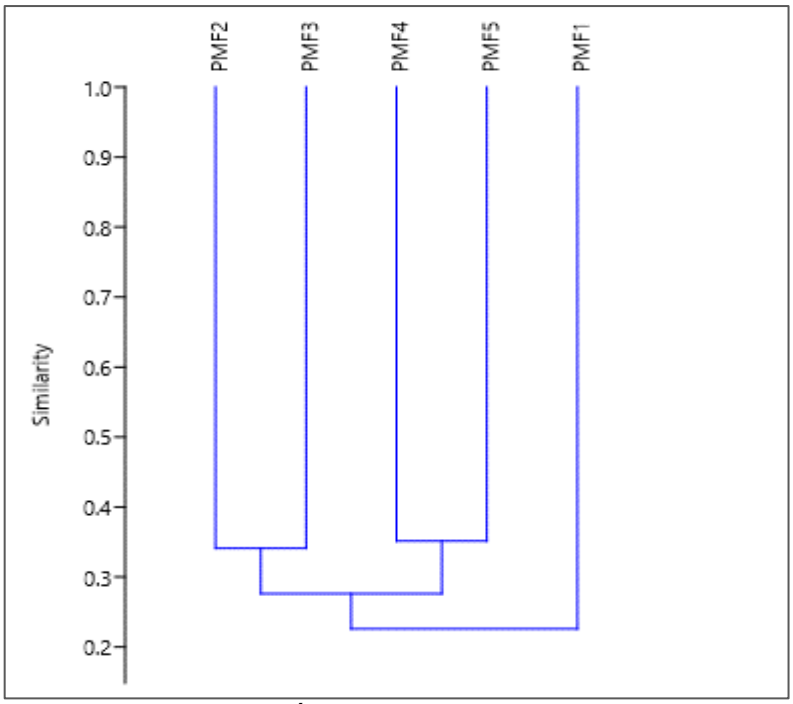


Figura 5. 7: Índice de similitud de Jaccard
Fuente y elaboración: Equipo consultor

5.3.3.2. Análisis de puntos cuantitativos muestreados

5.3.3.2.1. Transecto PMF1

Índice de Valor de Importancia del Transecto PMF1

En la siguiente tabla se detallan las especies clasificadas de manera descendente con base al valor estimado del Índice de Valor de Importancia (IVI).

N	Familia	Especie	Nombre común	Fr.	AB (m^2)	DnR	DmR	IVI
1	Lauraceae	*Ocotea argyrophylla*	Canelo	7	0,25	9,59	7,84	17,43
2	Asteraceae	*Piptocoma discolor*	Piwe	6	0,28	8,22	8,80	17,02
3	Arecaceae	*Socratea exorrhiza*	Rallador	9	0,15	12,33	4,66	16,99
4	Rubiaceae	*Elaegia sp*	Lacre	5	0,22	6,85	6,90	13,74
5	Meliaceae	*Trichilia pachypoda*	Manzanillo	2	0,35	2,74	10,93	13,67
6	Moraceae	*Ficus sp*	Matapalo	1	0,32	1,37	10,10	11,47
7	Burseraceae	*Dacryodes peruviana*	Copal	4	0,16	5,48	5,12	10,60
8	Arecaceae	*Wettinia maynensis*	Gualte	6	0,06	8,22	1,90	10,12
9	Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	Helecho arboreo	3	0,19	4,11	5,85	9,96
10	Euphorbiaceae	*Alchornea glandulosa*	Cebo	2	0,18	2,74	5,69	8,43
11	Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	2	0,17	2,74	5,24	7,98
12	Lauraceae	*Nectandra sp*	Canela	3	0,10	4,11	3,11	7,22
13	Nyctaginaceae	*Neea divaricata*	S/N	3	0,05	4,11	1,47	5,58
14	Rubiaceae	*Bathysa sp*	S/N	1	0,12	1,37	3,72	5,09
15	Myristicaceae	*Otoba glycycarpa*	Sangre	1	0,11	1,37	3,36	4,73
16	Myristicaceae	*Virola elongata*	Coco	1	0,10	1,37	3,19	4,56
17	Moraceae	*Perebea guianensis*	S/N	2	0,04	2,74	1,39	4,13
18	Sapotaceae	*Pouteria acuminata*	Avio	1	0,07	1,37	2,26	3,63
19	Melastomataceae	*Miconia affinis*	Payachi	2	0,02	2,74	0,59	3,33
20	Hypericaceae	*Vismia baccifera*	Achotillo	1	0,06	1,37	1,96	3,33
21	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	S/N	1	0,04	1,37	1,22	2,59
22	Fabaceae	*Inga sapindoides*	Churimbo	1	0,04	1,37	1,14	2,51
23	Annonaceae	*Guatteria glaberrima*	Varas	1	0,02	1,37	0,53	1,90
24	Fabaceae	*Inga acreana*	Churimbo	1	0,02	1,37	0,51	1,88
25	Urticaceae	*Pourouma guianensis*	Uva	1	0,02	1,37	0,48	1,85
26	Rubiaceae	*Borojoa claviflora*	Borojo	1	0,01	1,37	0,42	1,79
27	Fabaceae	*Inga vera*	Churimbo	1	0,01	1,37	0,41	1,78
28	Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	Cauchillo	1	0,01	1,37	0,35	1,72
29	Rutaceae	*Esenbeckia amazonica*	Limoncillo	1	0,01	1,37	0,32	1,69
30	Malvaceae	*Matisia cordata*	Molinillo	1	0,01	1,37	0,28	1,65
31	Meliaceae	*Guarea silvatica*	Manzano	1	0,01	1,37	0,26	1,63
Total				73	3,18	100	100	200

Fr.= frecuencia (número de individuos por especie). AB= área basal. DnR= densidad relativa. DmR= dominancia relativa. IVI= índice de valor de importancia

Tabla 5. 4: Especies registradas PMF1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Riqueza y abundancia

En el muestreo del sitio PMF1 se registró la presencia de 20 familias, 29 géneros, 31 especies y 73 individuos, como se detalla en el gráfico siguiente:

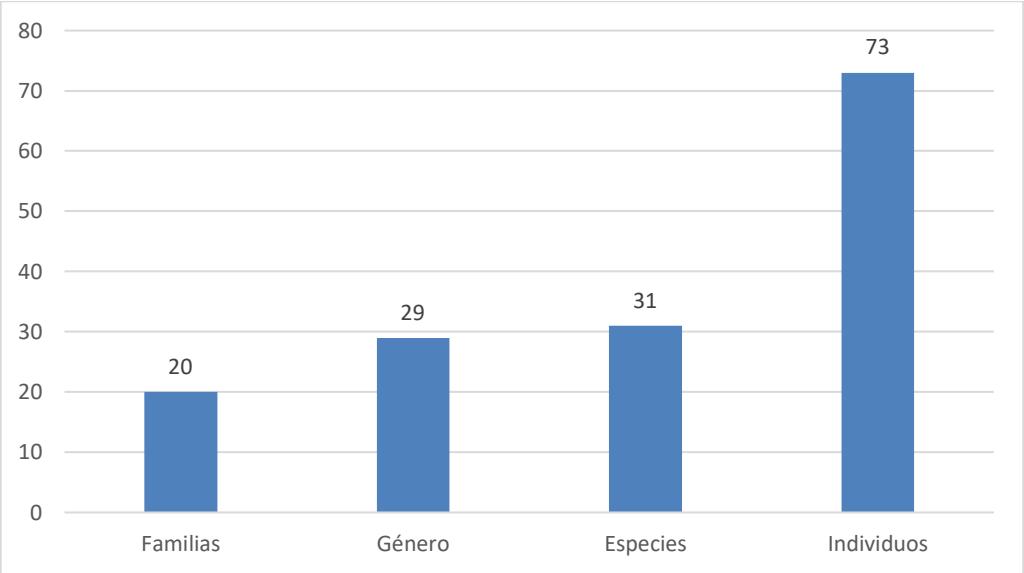


Figura 5. 8: Riqueza PMF1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Curva de abundancia de especies

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Socratea exorrhiza* con el 12,33% representada por 9 individuos, seguido de *Ocotea argyrophylla* con el 9,59% (7 individuos); las especies *Piptocoma discolor y Wettinia maynensis* con el 8,22% y representadas con seis individuos cada una.

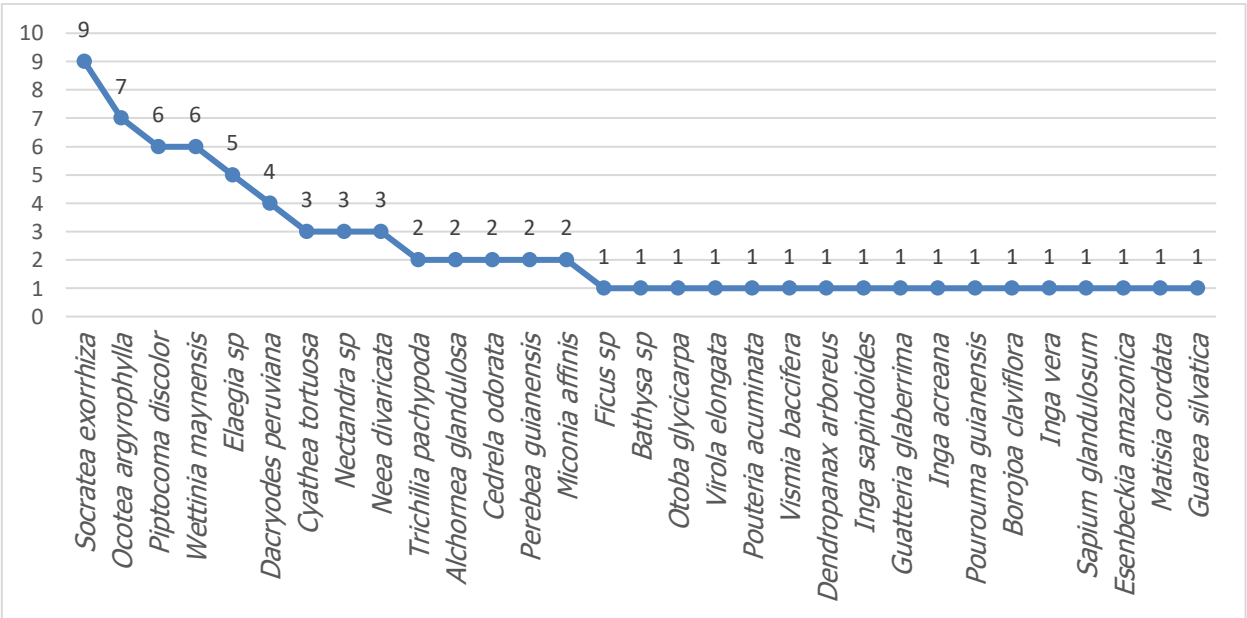


Figura 5. 9: Curva de abundancia de especies PMF1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 31 especies registradas, la especie que puede ser considerada como "muy importantes" y principal componente de este ecosistema, es *Ocotea argyrophylla* que presenta un valor del IVI de 17,43. Seguido de *Piptocoma discolor y Socratea exorrohiza* con un IVI de 17,04 y 17,00 respectivamente.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versión 2.03 (2010). Se obtuvo un valor de 3,12, que se interpreta como Diversidad alta.

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 2.03 (2010). Se obtuvo un valor de 0,94, que se interpreta como Diversidad alta, por consiguiente, una dominancia baja.

Índice de Chao 1

Este estimador estadístico nos permite pronosticar el número de especies a poder alcanzar en el muestreo, de acuerdo al número de especies raras reportadas en la muestra. En el presente estudio se registró 31 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar 53,67 especies, alcanzando un esfuerzo de muestreo del 57,76%.

5.3.3.2.2. Transecto PMF2

Índice de Valor de Importancia

En la siguiente tabla se detallan las especies clasificadas de manera descendente con base al valor estimado del Índice de Valor de Importancia (IVI).

N	Familia	Especie	Nombre común	Fr.	AB (m^2)	DnR	DmR	IVI
1	Arecaceae	*Bactris setulosa*	Cuchirabo	16	0,18	22,86	5,17	28,03
2	Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	Cauchillo	3	0,50	4,29	14,36	18,65
3	Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	4	0,34	5,71	9,77	15,48
4	Malvaceae	*Heliocarpus americanus*	Balsa blanca	3	0,36	4,29	10,34	14,63
5	Lauraceae	*Aniba coto*	Canelon	3	0,19	4,29	5,46	9,74
6	Lauraceae	*Aniba canelilla*	Canelo	4	0,13	5,71	3,73	9,45
7	Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	Cebo	5	0,07	7,14	2,05	9,20
8	Euphorbiaceae	*Alchornea glandulosa*	Helecho arboreo	5	0,07	7,14	2,01	9,15
9	Araliaceae	*Oreopanax mucrolanatus*	Pumamaqui	2	0,21	2,86	6,03	8,89
10	Rubiaceae	*Elaegia sp*	Lacre	2	0,19	2,86	5,46	8,31
11	Burseraceae	*Dacryodes olivifera*	Copal	1	0,23	1,43	6,61	8,03

N	Familia	Especie	Nombre común	Fr.	AB (m^2)	DnR	DmR	IVI
12	Moraceae	*Sorocea muriculata*	S/N	1	0,17	1,43	4,88	6,31
13	Fabaceae	*Inga vera*	Churimbo	1	0,13	1,43	3,73	5,16
14	Solanaceae	*Solanum altissimun*	S/N	1	0,12	1,43	3,45	4,88
15	Melastomataceae	*Miconia affinis*	Payachi	2	0,07	2,86	2,01	4,87
16	Urticaceae	*Pourouma guianensis*	Uva	1	0,10	1,43	2,87	4,30
17	Siparunaceae	*Siparuna cervicornis*	Limoncillo	1	0,09	1,43	2,59	4,01
18	Moraceae	*Ficus dulciaria*	Limoncillo	1	0,08	1,43	2,30	3,73
19	Rutaceae	*Esenbeckia amazonica*	Matapalo	2	0,03	2,86	0,86	3,72
20	Burseraceae	*Trattinickia glaziovii*	Chimula	1	0,05	1,43	1,44	2,86
21	Sapotaceae	*Pouteria acuminata*	Ortiga	1	0,02	1,43	0,57	2,00
22	Sapotaceae	*Pouteria sp*	Varas	1	0,02	1,43	0,57	2,00
23	Fabaceae	*Inga acreana*	Avio	1	0,02	1,43	0,57	2,00
24	Annonaceae	*Guatteria glaberrima*	Payachi	1	0,02	1,43	0,57	2,00
25	Melastomataceae	*Miconia clathrantha*	Churimbo	1	0,02	1,43	0,57	2,00
26	Urticaceae	*Urera caracasana*	Avio	1	0,02	1,43	0,57	2,00
27	Myristicaceae	*Otoba glycycarpa*	Sangre	1	0,01	1,43	0,29	1,72
28	Anacardiaceae	*Tapirira guianensis*	S/N	1	0,01	1,43	0,29	1,72
29	Euphorbiaceae	*Croton tessmannii*	Sacha guayusa	1	0,01	1,43	0,29	1,72
30	Actinidiaceae	*Saurauia prainiana*	Drago	1	0,01	1,43	0,29	1,72
31	Chloranthaceae	*Hedyosmun racemosum*	Manancho	1	0,01	1,43	0,29	1,72
Total				70	3,48	100	100	200
Fr.= frecuencia (número de individuos por especie). AB= área basal. DnR= densidad relativa. DmR= dominancia relativa. IVI= índice de valor de importancia								

Tabla 5. 5: Especies registradas PMF2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Riqueza y abundancia

En el muestreo del sitio PMF2 se registró 70 individuos pertenecientes a 31 especies, 28 géneros y 22 familias botánicas, como se detalla en la figura siguiente:

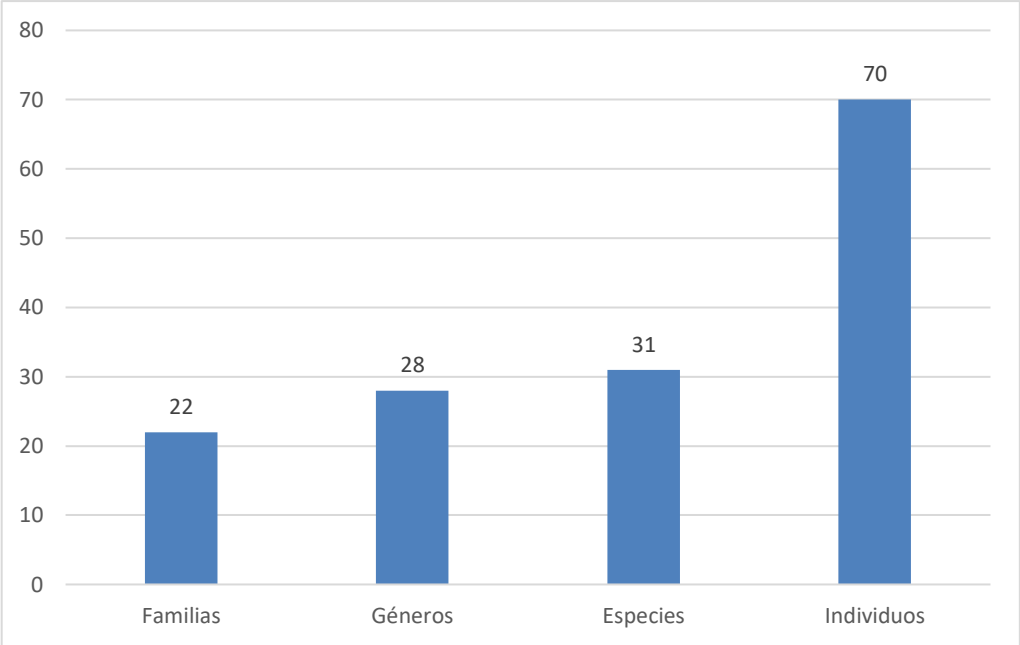


Figura 5. 10: Riqueza PMF2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Curva de abundancia de especies

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Bactris setulosa* con el 22,86% representada por 16 individuos, seguido de *Alchornea glandulosa y Cyathea tortuosa* con el 7,14% (5 individuos) cada una; las especies *Cedrela odorata y Aniba canelilla* con el 5,71% y representadas con cuatro individuos cada una, como se muestra en el gráfico siguiente.

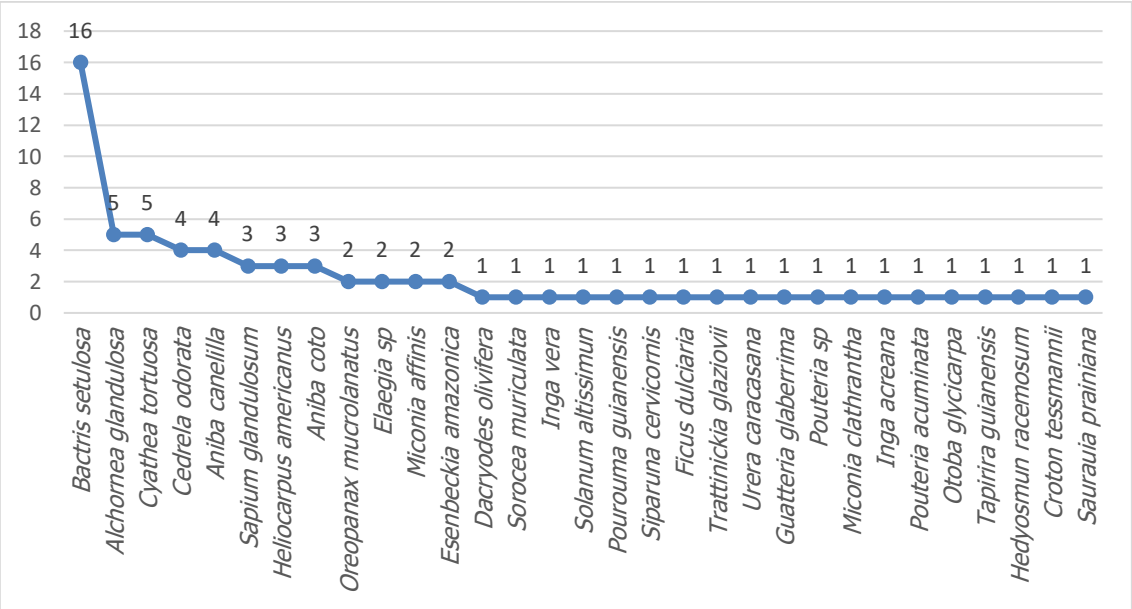


Figura 5. 11: Curva de abundancia-dominancia PMF2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 31 especies registradas, la especie que puede ser considerada como "muy importantes" y principal componente de este ecosistema, es *Bactris setulosa* que presenta un valor del IVI de 28,03. Seguido de *Sapium glandulosum y Cedrela odorata* con un IVI de 18,65 y 15,48 respectivamente.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versión 2.03 (2010). Se obtuvo un valor de 3,006, que se interpreta como Diversidad alta.

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 2.03 (2010). Se obtuvo un valor de 0,918, que se interpreta como Diversidad alta, por consiguiente, una dominancia baja.

Índice de Chao 1

Este estimador estadístico nos permite pronosticar el número de especies a poder alcanzar en el muestreo, de acuerdo al número de especies raras reportadas en la muestra. En el presente estudio se registró 31 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar 65,2 especies, alcanzando un esfuerzo de muestreo del 47,54%.

5.3.3.2.3. Transecto PMF3

Índice de Valor de Importancia

En la siguiente tabla se detallan las especies clasificadas de manera descendente con base al valor estimado del Índice de Valor de Importancia (IVI).

N	FAMILIA	Especies	Nombre común	Fr.	AB (m^2)	DnR	DmR	IVI
1	Asteraceae	*Piptocoma discolor*	pigui	13	0,70	18,84	20,72	39,56
2	Myristicaceae	*Otoba glycycarpa*	sangre	4	0,46	5,80	13,76	19,55
3	Lauraceae	*Aniba canelilla*	canelo	7	0,26	10,14	7,83	17,98
4	Sapotaceae	*Pouteria trilocularis*	avio	2	0,47	2,90	13,81	16,71
5	Euphorbiaceae	*Tetrorchidium macrophyllum*	lecherillo	8	0,16	11,59	4,82	16,42
6	Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	helecho arboreo	4	0,14	5,80	4,09	9,88
7	Moraceae	*Ficus dulciaria*	matapalo	1	0,26	1,45	7,65	9,10
8	Fabaceae	*Inga acreana*	churimbo	4	0,07	5,80	2,00	7,80
9	Meliaceae	*Cedrela odorata*	cedro	1	0,18	1,45	5,31	6,76
10	Arecaceae	*Dictyocaryum lamarckianum*	bombon	2	0,13	2,90	3,75	6,65
11	Solanaceae	*Solanum altissimun*	flor morada	2	0,09	2,90	2,81	5,70
12	Urticaceae	*Pourouma guianensis*	uva	2	0,05	2,90	1,46	4,36

N	FAMILIA	Especies	Nombre común	Fr.	AB (m^2)	DnR	DmR	IVI
13	Salicaceae	*Tetrathylacium macrophyllum*	fosforo	2	0,05	2,90	1,34	4,24
14	Burseraceae	*Trattinickia glaziovii*	chimula	2	0,03	2,90	0,94	3,84
15	Sapirunaceae	*Siparuna cervicornis*	limoncillo	2	0,02	2,90	0,63	3,53
16	Lauraceae	*Ocotea argyrophylla*	canelo	1	0,06	1,45	1,79	3,24
17	Malvaceae	*Heliocarpus americanus*	balsa blanca	1	0,05	1,45	1,40	2,85
18	Lauraceae	*Beilschmiedia sulcata*	canela blanca	1	0,04	1,45	1,16	2,61
19	Salicaceae	*Casearia aculeata*	S/N	1	0,04	1,45	1,16	2,61
20	Urticaceae	*Cecropia angustifolia*	guarumo	1	0,03	1,45	0,94	2,39
21	Fabaceae	*Inga sapindoides*	churimbo	1	0,02	1,45	0,49	1,94
22	Rutaceae	*Esenbeckia amazonica*	limoncillo	1	0,01	1,45	0,42	1,87
23	Arecaceae	*Bactris setulosa*	cuchirabo	1	0,01	1,45	0,32	1,77
24	Poaceae	*Guadua angustifolia*	guadua	1	0,01	1,45	0,31	1,76
25	Rubiaceae	*Hoffmannia sp*	S/N	1	0,01	1,45	0,29	1,74
26	Anacardiaceae	*Tapirira guianensis*	tapirira	1	0,01	1,45	0,29	1,74
27	Nyctaginaceae	*Neea divaricata*	S/N	1	0,01	1,45	0,27	1,72
28	Melastomataceae	*Miconia affinis*	payachi	1	0,01	1,45	0,26	1,71
Total				69	3,37	100	100	200
Fr.= frecuencia (número de individuos por especie). AB= área basal. DnR= densidad relativa. DmR= dominancia relativa. IVI= índice de valor de importancia								

Tabla 5. 6: Especies registradas PMF3
Fuente: Equipo consultor

Riqueza y abundancia

En el muestreo del sitio PMF3 se registró 69 individuos pertenecientes a 28 especies, 27 géneros y 22 familias botánicas, como se detalla en el gráfico siguiente:

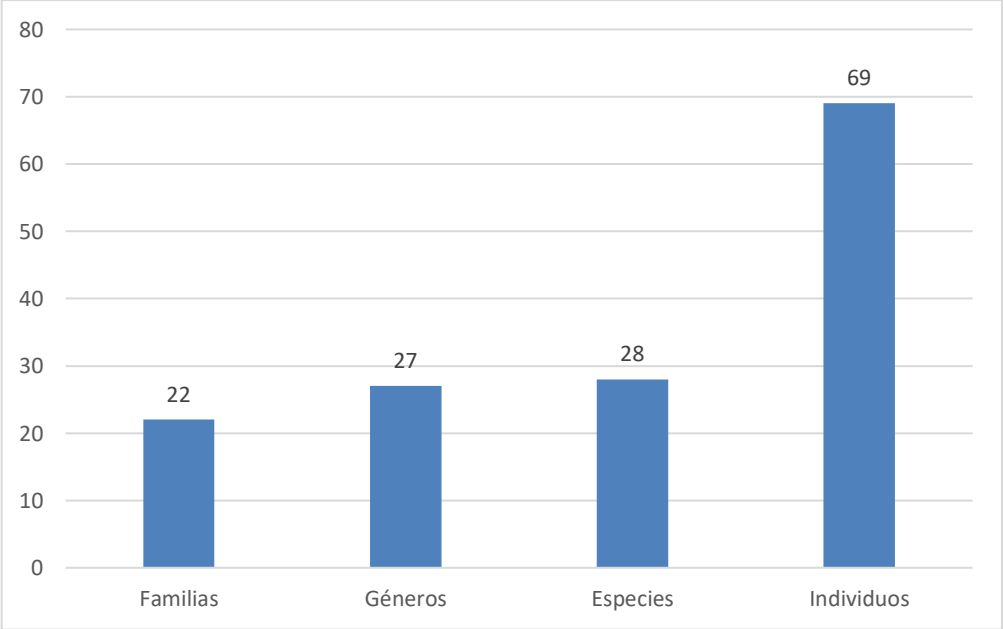


Figura 5. 12: Riqueza PMF3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Curva de abundancia de especies

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Piptocoma discolor* con el 18,84% representada por 13 individuos, seguido de *Tetrorchidium macrophyllum y Aniba canelilla* con 11,59% y 10,14% representadas por 8 y 7 individuos respectivamente; las especies *Otoba glycycarpa, Cyathea tortuosa e Inga acreana* con el 5,80% y representadas con cuatro individuos cada una, como se muestra en el gráfico siguiente.

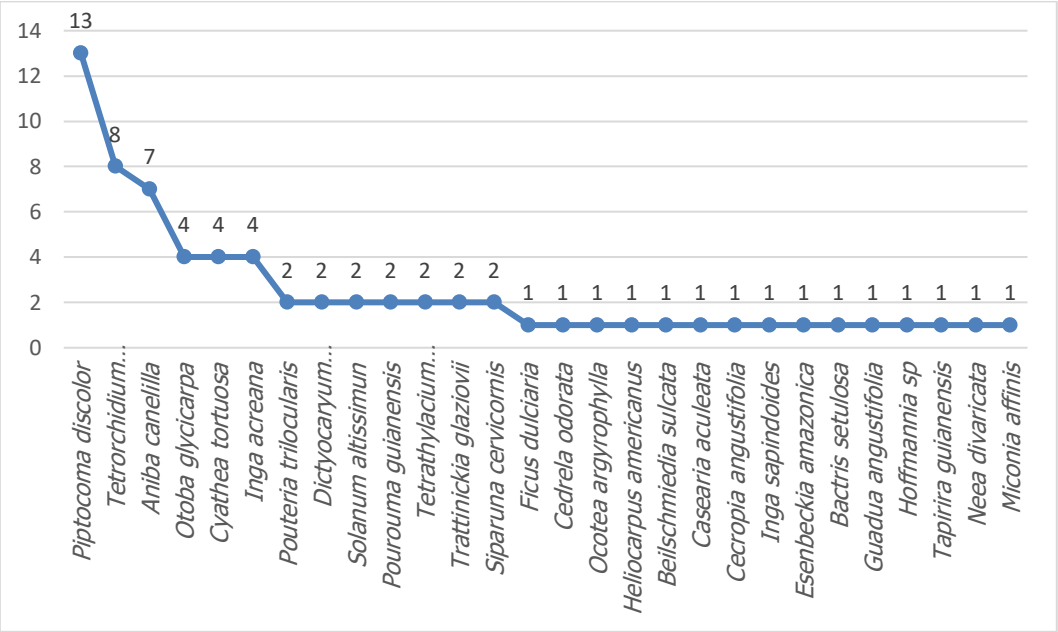


Figura 5. 13: Curva de abundancia-dominancia PMF3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 28 especies registradas, la especie que puede ser considerada como "muy importantes" y principal componente de este ecosistema, es *Pictocoma discolor* que presenta un valor del IVI de 39,56. Seguido de *Otoba glycycarpa y Aniba canelilla* con un IVI de 19,55 y 17,98 respectivamente.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versión 2.03 (2010). Se obtuvo un valor de 2,93, que se interpreta como Diversidad alta.

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 2.03 (2010). Se obtuvo un valor de 0,92, que se interpreta como Diversidad alta, por consiguiente, una dominancia baja.

Índice de Chao 1

Este estimador estadístico nos permite pronosticar el número de especies a poder alcanzar en el muestreo, de acuerdo al número de especies raras reportadas en la muestra. En el presente estudio se registró 28 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar 41,13 especies, alcanzando un esfuerzo de muestreo del 68,07%.

5.3.3.2.4. Transecto PMF4

Índice de Valor de Importancia

En la siguiente tabla se detallan las especies clasificadas de manera descendente con base al valor estimado del Índice de Valor de Importancia (IVI).

N	Familia	Especie	Nombre común	Fr.	AB (m^2)	DnR	DmR	IVI
1	Rubiaceae	*Hoffmannia sp*	S/N	10	0,52	11,11	19,25	30,36
2	Fabaceae	*Inga acreana*	churimbo	14	0,29	15,56	10,69	26,24
3	Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	cauchillo	12	0,27	13,33	10,25	23,58
4	Arecaceae	*Dictyocaryum lamarckianum*	bombon	8	0,29	8,89	10,96	19,85
5	Moraceae	*Ficus dulciaria*	matapalo	1	0,50	1,11	18,58	19,69
6	Euphorbiaceae	*Tetrorchidium macrophyllum*	lecherillo	9	0,12	10,00	4,36	14,36
7	Melastomataceae	*Blakea spruceana*	dos caras	8	0,13	8,89	4,69	13,58
8	Lauraceae	*Beilschmiedia sulcata*	canela blanca	5	0,08	5,56	3,02	8,58
9	Urticaceae	*Cecropia angustifolia*	guarumo	4	0,08	4,44	3,04	7,49
10	Melastomataceae	*Miconia affinis*	payachi	3	0,04	3,33	1,64	4,97
11	Actinidiaceae	*Saurauia prainiana*	manancho	2	0,07	2,22	2,72	4,94
12	Urticaceae	*Pourouma guianensis*	uva	1	0,06	1,11	2,35	3,47
13	Staphyleaceae	*Turpinia occidentalis*	S/N	2	0,03	2,22	1,19	3,42
14	Malvaceae	*Heliocarpus americanus*	balsa blanca	1	0,05	1,11	2,05	3,16
15	Fabaceae	*Erytrina sp*	nacedero	2	0,02	2,22	0,81	3,04
16	Lauraceae	*Aniba coto*	canelon	1	0,02	1,11	0,90	2,01
17	Melastomataceae	*Miconia tomentosa*	payachi	1	0,02	1,11	0,71	1,82
18	Moraceae	*Sorocea muriculata*	S/N	1	0,02	1,11	0,60	1,71
19	Lauraceae	*Ocotea argyrophylla*	canelo	1	0,01	1,11	0,50	1,61
20	Clusiaceae	*Clusia hammelina*	duco	1	0,01	1,11	0,48	1,59
21	Araliaceae	*Oreopanax mucrolanatus*	pumamaqui	1	0,01	1,11	0,48	1,59
22	Fabaceae	*Inga sapindoides*	churimbo	1	0,01	1,11	0,41	1,52
23	Hypericaceae	*Vismia baccifera*	achotillo	1	0,01	1,11	0,32	1,43
Total				90	2,68	100	100	200
Fr.= frecuencia (número de individuos por especie). AB= área basal. DnR= densidad relativa. DmR= dominancia relativa. IVI= índice de valor de importancia								

Tabla 5. 7: Especies registradas PMF4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Riqueza y abundancia

En el muestreo del sitio PMF4 se registró 90 individuos pertenecientes a 23 especies, 21 géneros y 14 familias botánicas, como se detalla en el gráfico siguiente:

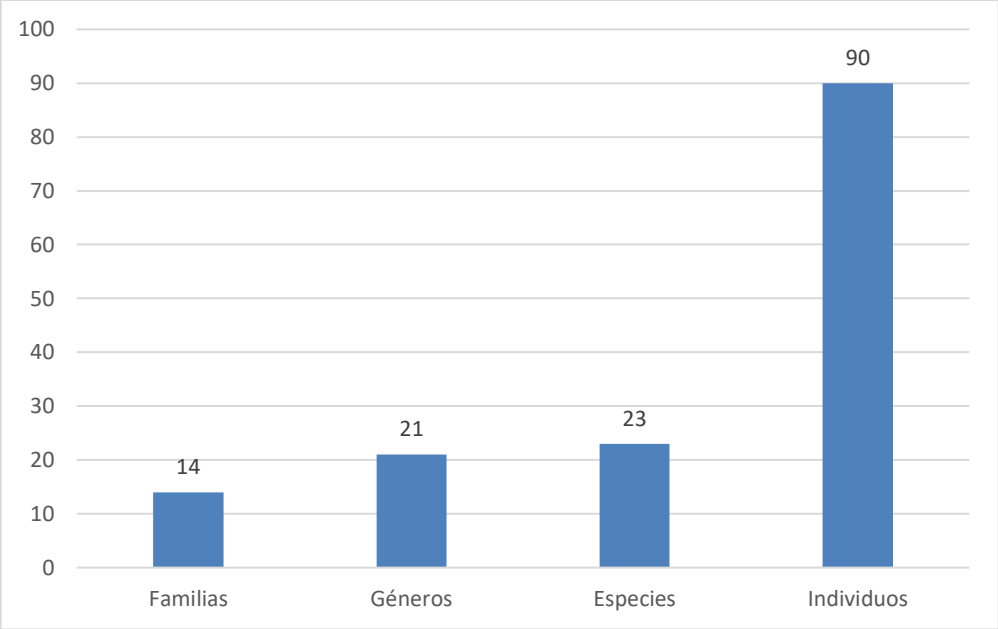


Figura 5. 14: Riqueza PMF4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Curva de abundancia de especies

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Inga acreana* con 15,56% representada por 14 individuos, seguido de *Sapium glandulosum y Hoffmannia sp* con 13,33% y 11,11% representadas por 12 y 10 individuos respectivamente; las especies *Tetrorchidium macrophyllum* con el 10,00% representada con nueve individuos, como se muestra en el gráfico siguiente.

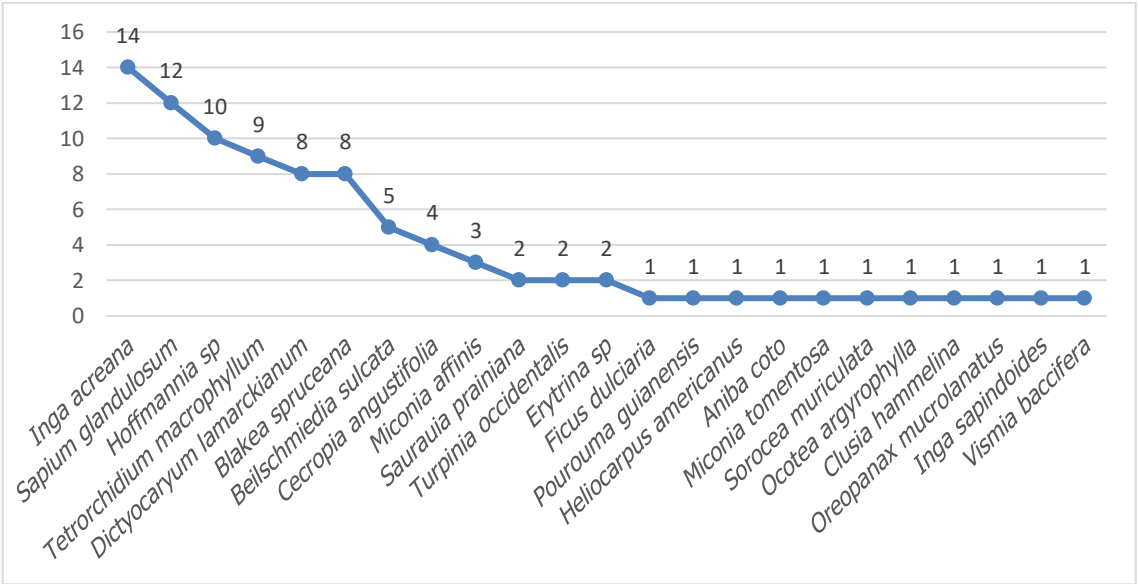


Figura 5. 15: Curva de abundancia-dominancia PMF4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 23 especies registradas, la especie que puede ser considerada como "muy importantes" y principal componente de este ecosistema, es *Hoffmannia sp* que presenta un valor del IVI de 30,36. Seguido de *Inga acreana y Sapium glandulosum* con un IVI de 26,24 y 23,58 respectivamente.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versión 2.03 (2010). Se obtuvo un valor de 2,67, que se interpreta como Diversidad alta.

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 2.03 (2010). Se obtuvo un valor de 0,91, que se interpreta como Diversidad alta, por consiguiente, una dominancia baja.

Índice de Chao 1

Este estimador estadístico nos permite pronosticar el número de especies a poder alcanzar en el muestreo, de acuerdo al número de especies raras reportadas en la muestra. En el presente estudio se registró 23 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar 36,75 especies, alcanzando un esfuerzo de muestreo del 62,58%.

5.3.3.2.5. Transecto PMF5

Índice de Valor de Importancia

En la siguiente tabla se detallan las especies clasificadas de manera descendente con base al valor estimado del Índice de Valor de Importancia (IVI).

N	FAMILIA	Especie	Nombre común	Fr.	AB (m^2)	DnR	DmR	IVI
1	Lauraceae	*Beilschmiedia sulcata*	canela blanca	16	0,56	20,00	19,02	39,02
2	Arecaceae	*Dictyocaryum lamarckianum*	bombón	5	0,41	6,25	13,99	20,24
3	Araliaceae	*Oreopanax mucrolanatus*	puma maqui	4	0,26	5,00	8,79	13,79
4	Hypericaceae	*Vismia baccifera*	achotillo	3	0,28	3,75	9,72	13,47
5	Fabaceae	*Inga sapindoides*	churimbo	4	0,15	5,00	5,01	10,01
6	Sapirunaceae	*Siparuna cervicornis*	limoncillo	4	0,12	5,00	4,03	9,03
7	Salicaceae	*Tetrathylacium macrophyllum*	fosforo	5	0,06	6,25	2,19	8,44
8	Lauraceae	*Endlicheria serícea*	canelo	4	0,07	5,00	2,38	7,38
9	Nyctaginaceae	*Neea divaricata*	S/N	4	0,06	5,00	2,07	7,07
10	Melastomataceae	*Miconia affinis*	payachi	4	0,05	5,00	1,81	6,81
11	Moraceae	*Ficus dulciaria*	matapalo	1	0,15	1,25	5,19	6,44
12	Urticaceae	*Pourouma guianensis*	uva	3	0,06	3,75	2,04	5,79
13	Moraceae	*Brosimun sp*	sande	1	0,13	1,25	4,33	5,58
14	Lauraceae	*Ocotea argyrophylla*	canelo	3	0,05	3,75	1,78	5,53

N	FAMILIA	Especie	Nombre común	Fr.	AB (m^2)	DnR	DmR	IVI
15	Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	helecho arbóreo	3	0,05	3,75	1,71	5,46
16	Fabaceae	*Inga acreana*	churimbo	3	0,04	3,75	1,28	5,03
17	Meliaceae	*Trichilia pachypoda*	manzanillo	2	0,06	2,50	2,19	4,69
18	Annonaceae	*Unonopsis veneficiorum*	varas	1	0,08	1,25	2,84	4,09
19	Moraceae	*Sorocea muriculata*	S/N	2	0,04	2,50	1,33	3,83
20	Lauraceae	*Aniba coto*	canelón	1	0,07	1,25	2,31	3,56
21	Clusiaceae	*Clusia hammelina*	duco	1	0,05	1,25	1,58	2,83
22	Lauraceae	*Aniba canelilla*	canelo	1	0,03	1,25	0,95	2,20
23	Salicaceae	*Banara guianensis*	S/N	1	0,03	1,25	0,95	2,20
24	Meliaceae	*Cedrela odorata*	cedro	1	0,03	1,25	0,95	2,20
25	Annonaceae	*Guatteria glaberrima*	varas	1	0,02	1,25	0,86	2,11
26	Rubiaceae	*Palicourea lasiantha*	S/N	1	0,01	1,25	0,44	1,69
27	Myrtaceae	*Myrcia sp*	arrayan	1	0,01	1,25	0,28	1,53
Total				80	2,92	100	100	200
Fr.= frecuencia (número de individuos por especie). AB= área basal. DnR= densidad relativa. DmR= dominancia relativa. IVI= índice de valor de importancia								

Tabla 5. 8: Especies registradas PMF5
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Riqueza y abundancia

En el muestreo del sitio PMF5 se registró 80 individuos pertenecientes a 27 especies, 25 géneros y 17 familias botánicas, como se detalla en el gráfico siguiente:

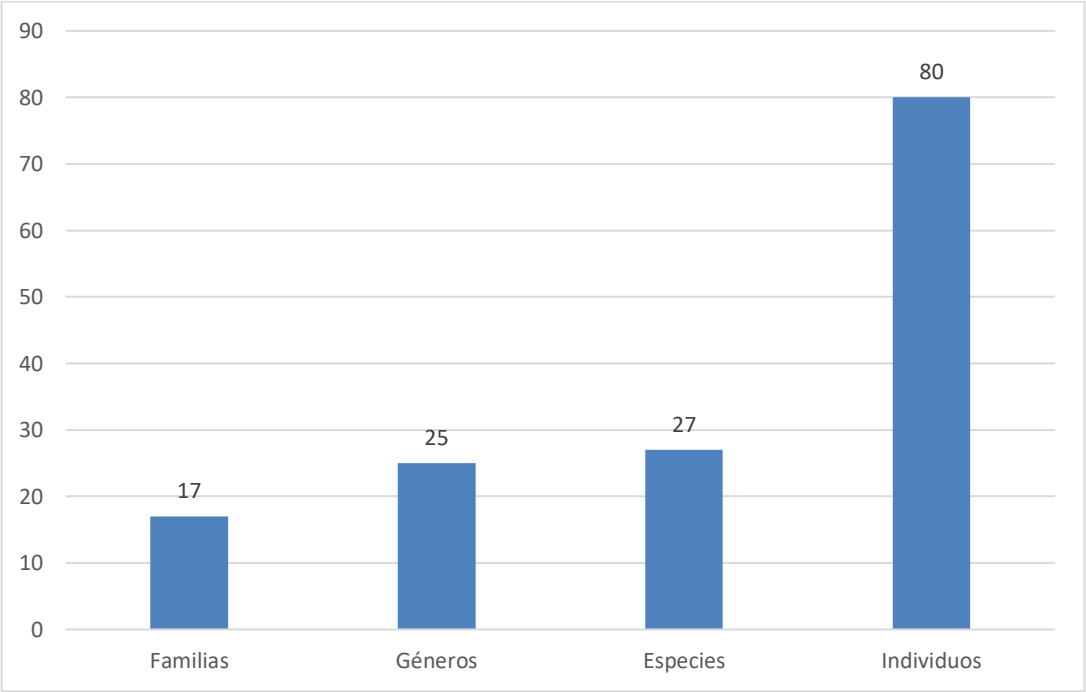


Figura 5. 16: Riqueza PMF5
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Curva de abundancia de especies

Analizando la curva de abundancia de especies se determina que las especies más representativas fueron: *Beilschmiedia sulcata* con 20,00% representada por 16 individuos, seguido de *Dictyocaryum lamarckianum* y *Tetrathylacium macrophyllum* con 6,25% representadas por cinco individuos cada una; 11 especies registran un solo individuo, como se muestra en el gráfico siguiente.

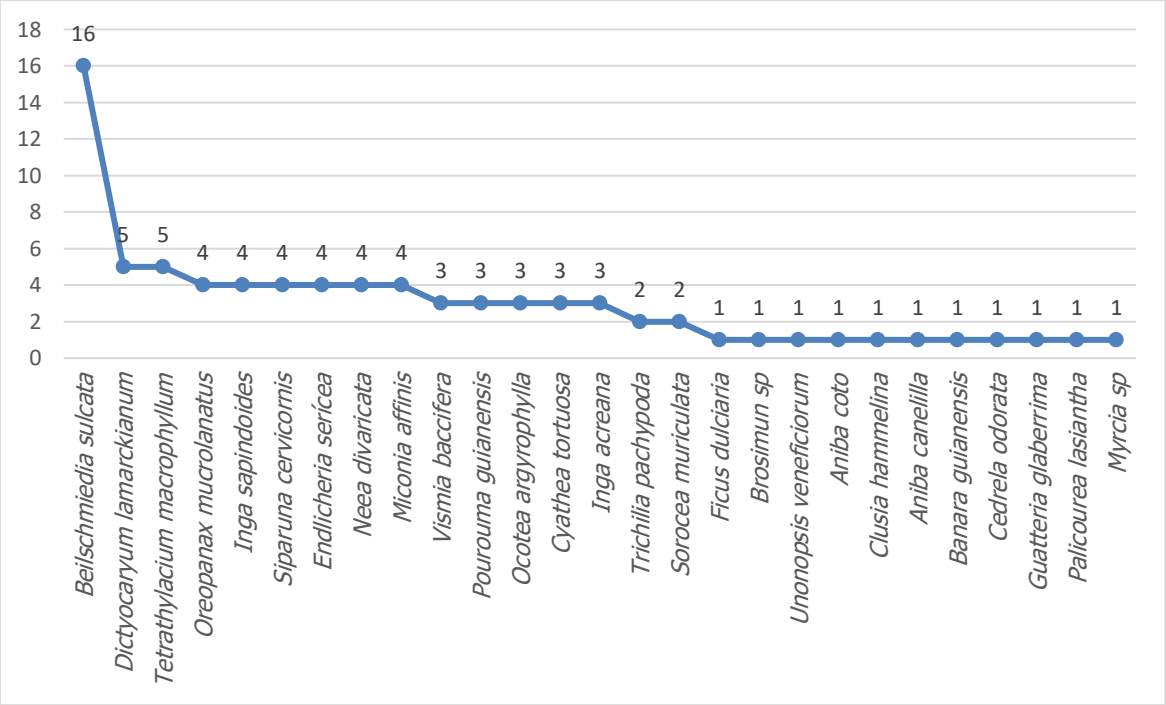


Figura 5. 17: Curva de abundancia-dominancia PMF5
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 27 especies registradas, la especie que puede ser considerada como "muy importantes" y principal componente de este ecosistema, es *Beilschmiedia sulcata* que presenta un valor del IVI de 39,02. Seguido de *Dictyocaryum lamarckianum y Oreopanax mucrolantatus* con un IVI de 20,24 y 13,79 respectivamente.

Índice de Shannon-Wiener

Al analizar los datos con el programa Past Versión 2.03 (2010). Se obtuvo un valor de 2,97, que se interpreta como Diversidad alta.

Índice de Simpson

Al analizar los datos con el programa Past Versión 2.03 (2010). Se obtuvo un valor de 0,927, que se interpreta como Diversidad alta, por consiguiente, una dominancia baja.

Índice de Chao 1

Este estimador estadístico nos permite pronosticar el número de especies a poder alcanzar en el muestreo, de acuerdo al número de especies raras reportadas en la muestra. En el presente estudio se registró 27 especies, mientras que el estimador de chao 1 pronostica que se pueden encontrar 45,33 especies, alcanzando un esfuerzo de muestreo del 59,56%.

5.3.4. Estadísticas del Inventario Forestal

- Tipo de Muestreo: Inventario Forestal del 9,37% del área total del trazado con vegetación arbórea.
- Superficie para obtención de Permisos Ambientales: 8 hectáreas con cobertura arbórea. Superficie total 8 ha.
- Unidad de Muestreo: cinco transectos temporales de 100 x 15 m.
- Superficie Total de Muestreo: 0,75 hectáreas.

5.3.4.1. Transecto PMF1

Área basal y biomasa

En la siguiente tabla se presenta los resultados de área basal y biomasa de los 73 árboles registrados en el sitio de muestreo.

N	Familia	Especie	Fr.	AB (m^2)	VT (m^3)	VC (m^3)	DnR	DmR	IVI
1	Moraceae	*Ficus sp*	1	0,32	3,38	6,76	1,37	10,10	11,47
2	Meliaceae	*Trichilia pachypoda*	2	0,35	3,15	6,00	2,74	10,93	13,67
3	Euphorbiaceae	*Alchornea glandulosa*	2	0,18	2,21	3,11	2,74	5,69	8,43
4	Lauraceae	*Ocotea argyrophylla*	7	0,25	1,76	3,05	9,59	7,84	17,43
5	Asteraceae	*Piptocoma discolor*	6	0,28	1,28	2,92	8,22	8,80	17,02
6	Rubiaceae	*Elaegia sp*	5	0,22	1,68	2,47	6,85	6,90	13,74
7	Meliaceae	*Cedrela odorata*	2	0,17	1,58	2,26	2,74	5,24	7,98
8	Burseraceae	*Dacryodes peruviana*	4	0,16	1,18	2,14	5,48	5,12	10,60
9	Arecaceae	*Socratea exorrhiza*	9	0,15	1,53	1,89	12,33	4,66	16,99
10	Myristicaceae	*Otoba glycycarpa*	1	0,11	1,35	1,80	1,37	3,36	4,73
11	Myristicaceae	*Virola elongata*	1	0,10	1,21	1,42	1,37	3,19	4,56
12	Rubiaceae	*Bathysa sp*	1	0,12	1,00	1,16	1,37	3,72	5,09
13	Lauraceae	*Nectandra sp*	3	0,10	0,52	0,97	4,11	3,11	7,22
14	Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	3	0,19	0,69	0,82	4,11	5,85	9,96
15	Hypericaceae	*Vismia baccifera*	1	0,06	0,66	0,79	1,37	1,96	3,33
16	Arecaceae	*Wettinia maynensis*	6	0,06	0,51	0,63	8,22	1,90	10,12
17	Sapotaceae	*Pouteria acuminata*	1	0,07	0,45	0,60	1,37	2,26	3,63
18	Fabaceae	*Inga sapindoides*	1	0,04	0,30	0,43	1,37	1,14	2,51
19	Moraceae	*Perebea guianensis*	2	0,04	0,23	0,34	2,74	1,39	4,13
20	Nyctaginaceae	*Neea divaricata*	3	0,05	0,16	0,31	4,11	1,47	5,58

N	Familia	Especie	Fr.	AB (m^2)	VT (m^3)	VC (m^3)	DnR	DmR	IVI
21	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	1	0,04	0,22	0,30	1,37	1,22	2,59
22	Annonaceae	*Guatteria glaberrima*	1	0,02	0,04	0,18	1,37	0,53	1,90
23	Melastomataceae	*Miconia affinis*	2	0,02	0,09	0,13	2,74	0,59	3,33
24	Fabaceae	*Inga acreana*	1	0,02	0,07	0,11	1,37	0,51	1,88
25	Rubiaceae	*Borojoa claviflora*	1	0,01	0,07	0,11	1,37	0,42	1,79
26	Urticaceae	*Pourouma guianensis*	1	0,02	0,06	0,11	1,37	0,48	1,85
27	Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	1	0,01	0,05	0,08	1,37	0,35	1,72
28	Fabaceae	*Inga vera*	1	0,01	0,05	0,07	1,37	0,41	1,78
29	Rutaceae	*Esenbeckia amazónica*	1	0,01	0,04	0,06	1,37	0,32	1,69
30	Meliaceae	*Guarea silvatica*	1	0,01	0,03	0,06	1,37	0,26	1,63
31	Malvaceae	*Matisia cordata*	1	0,01	0,04	0,05	1,37	0,28	1,65
Total			73	3,19	25,59	41,15	100,00	100,00	200,00
Fr.= frecuencia (número de individuos por especie). AB= área basal. VT= volumen total. VC= volumen comercial. DnR= densidad relativa. DmR= dominancia relativa. IVI= índice de valor de importancia									

Tabla 5. 9: Área basal y volumen PMF1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

El área basal del transecto PMF1 es de 3,19 m^2, donde el 78,08% (57 individuos), presentan un DAP entre 10-29cm; el 19,18% (14 individuos) registran un DAP entre 30-49cm, dos individuos registran un diámetro mayor a 50cm; las especies con mayor área basal son *Trichilia pachypoda* con 0,35 m^2, seguida de *Ficus sp* y *Piptocoma discolor* con 0,32 y 0,28 m^2 respectivamente.

La biomasa o volumen total registrado fue de 41,15 m^3, donde la especie con mayor volumen total fue *Ficus sp* con 6,76 m^3, seguido *Trichilia pachypoda* y *Alchornea glandulosa* con 6,00 y 3,11 m^3 respectivamente. El volumen comercial es 25,59 m^3.

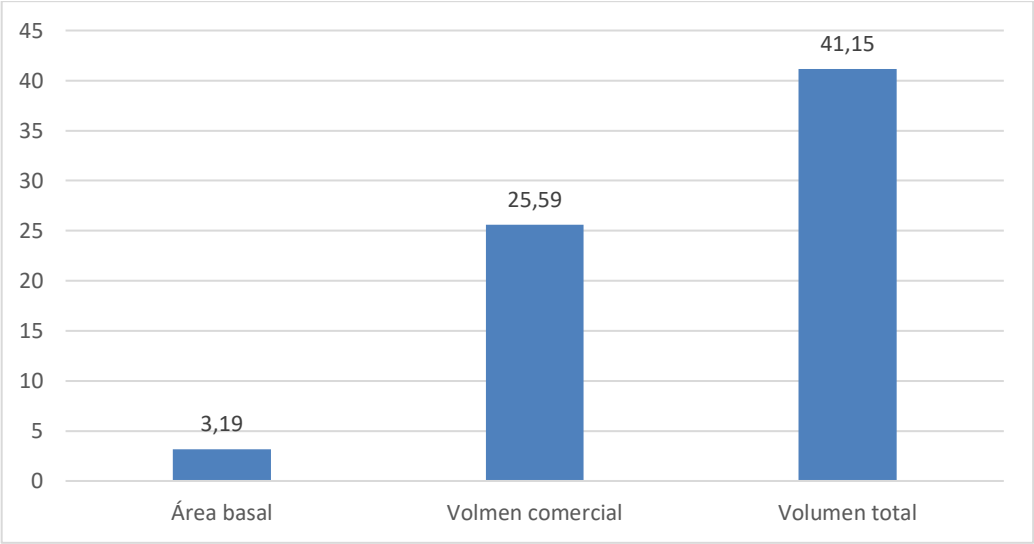


Figura 5. 18: Área basal, Volumen comercial y total del Transecto PMF1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Distribución Diamétrica

Al analizar el DAP de los individuos registrados dentro del transecto PMF1, se denota que los árboles en su mayoría poseen DAP inferior a 30 cm, en este grupo se registró 57 individuos, esto representa alrededor del 78,08% del total de individuos registrados en este transecto. Otro grupo importante se ubica entre los 30 y 49 cm, aquí se contabilizo 14 individuos, lo que representa el 19,18% del total de individuos. Se registró 2 individuos con DAP superior a 50 cm.

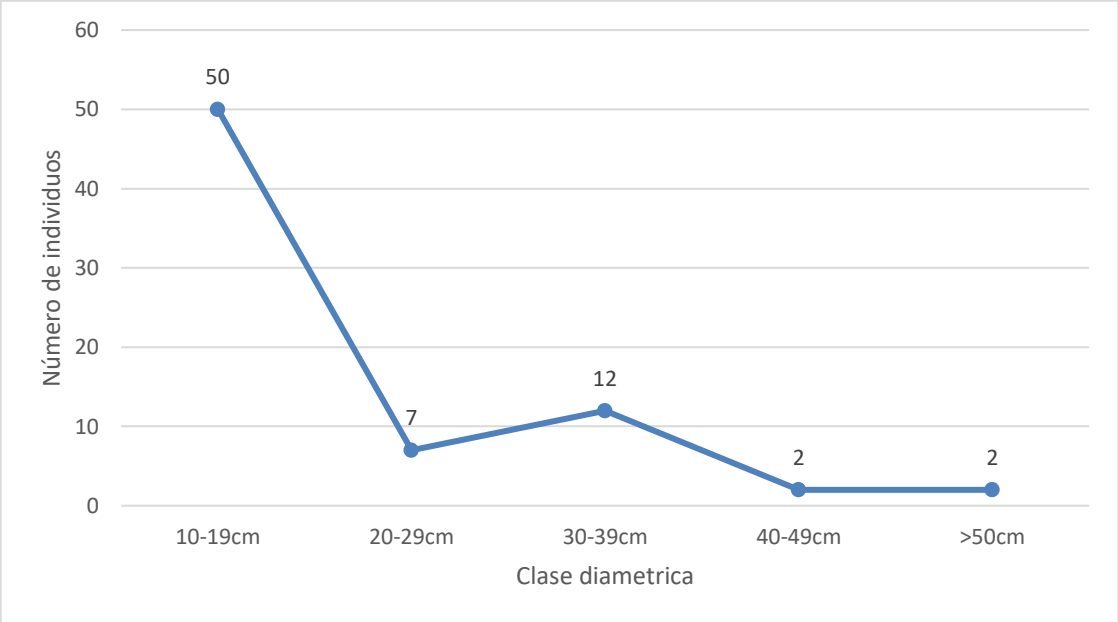


Figura 5. 19: Distribución diamétrica PMF1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Distribución vertical

Dentro del transecto PMF1, la mayoría de árboles poseen una altura total que oscila entre 6 y 20 m, los individuos de este estrato suman 68, lo que representa el 93,15% del total de árboles registrados en el transecto. En el rango de 21 a 30 m, se registró cuatro individuos, lo que representa alrededor del 5,48%. Cero individuos superan los 30 m de alto

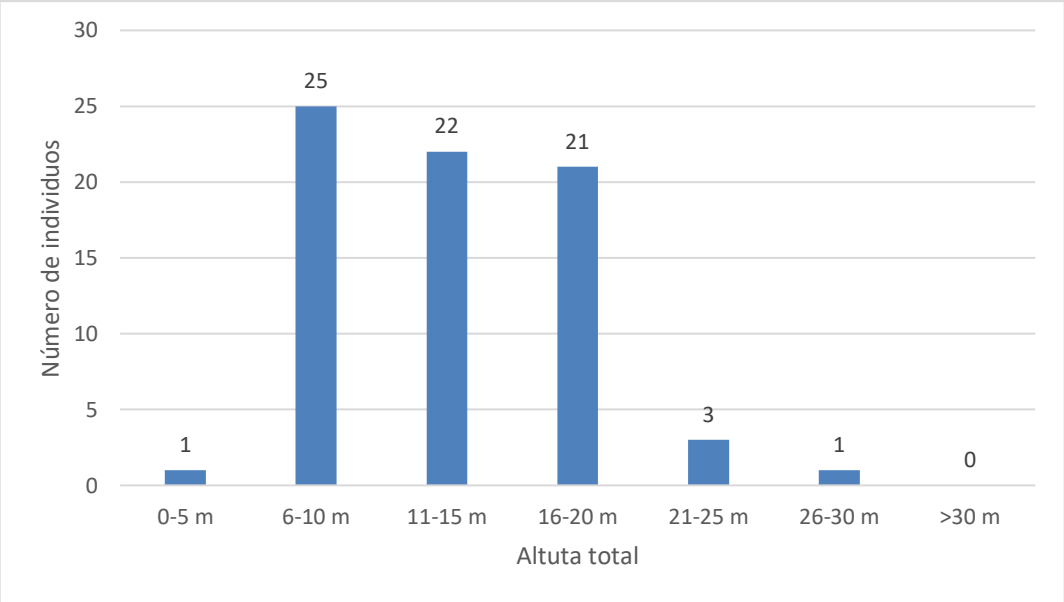


Figura 5. 20: Distribución vertical PMF1
Fuente y elaboración: Equipo consultor

5.3.4.2. Transecto PMF2

Área basal y biomasa

En la siguiente tabla se presenta los resultados de área basal y biomasa de los 70 árboles registrados en el sitio de muestreo.

N	Familia	Especie	Fr.	AB (m^2)	VC (m^3)	VT (m^3)	DnR	DmR	IVI
1	Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	3	0,50	4,63	8,22	4,29	14,36	18,65
2	Malvaceae	*Heliocarpus americanus*	3	0,36	3,77	4,49	4,29	10,34	14,63
3	Meliaceae	*Cedrela odorata*	4	0,34	3,32	4,1	5,71	9,77	15,48
4	Burseraceae	*Dacryodes olivifera*	1	0,23	3,50	3,98	1,43	6,61	8,03
5	Moraceae	*Sorocea muriculata*	1	0,17	2,08	2,89	1,43	4,88	6,31
6	Rubiaceae	*Elaegia sp*	2	0,19	1,30	2,57	2,86	5,46	8,31
7	Fabaceae	*Inga vera*	1	0,13	1,60	2,36	1,43	3,73	5,16
8	Araliaceae	*Oreopanax mucrolanatus*	2	0,21	1,58	2,19	2,86	6,03	8,89
9	Solanaceae	*Solanum altissimun*	1	0,12	2,00	2,18	1,43	3,45	4,88
10	Lauraceae	*Aniba coto*	3	0,19	1,18	1,97	4,29	5,46	9,74
11	Lauraceae	*Aniba canelilla*	4	0,13	1,20	1,45	5,71	3,73	9,45
12	Arecaceae	*Bactris setulosa*	16	0,18	1,03	1,31	22,86	5,17	28,03
13	Urticaceae	*Pourouma guianensis*	1	0,10	1,08	1,29	1,43	2,87	4,30
14	Moraceae	*Ficus dulciaria*	1	0,08	0,56	1,23	1,43	2,30	3,73
15	Siparunaceae	*Siparuna cervicornis*	1	0,09	0,39	0,78	1,43	2,59	4,01
16	Melastomataceae	*Miconia affinis*	2	0,07	0,30	0,62	2,86	2,01	4,87
17	Burseraceae	*Trattinickia glaziovii*	1	0,05	0,22	0,37	1,43	1,44	2,86
18	Euphorbiaceae	*Alchornea glandulosa*	5	0,07	0,18	0,32	7,14	2,01	9,15
19	Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	5	0,07	0,21	0,33	7,14	2,05	9,20
20	Sapotaceae	*Pouteria sp*	1	0,02	0,07	0,13	1,43	0,57	2,00
21	Fabaceae	*Inga acreana*	1	0,02	0,07	0,11	1,43	0,57	2,00
22	Sapotaceae	*Pouteria acuminata*	1	0,02	0,08	0,11	1,43	0,57	2,00
23	Annonaceae	*Guatteria glaberrima*	1	0,02	0,07	0,11	1,43	0,57	2,00
24	Rutaceae	*Esenbeckia amazonica*	2	0,03	0,04	0,1	2,86	0,86	3,72

N	Familia	Especie	Fr.	AB (m^2)	VC (m^3)	VT (m^3)	DnR	DmR	IVI
25	Myristicaceae	*Otoba glycycarpa*	1	0,01	0,06	0,1	1,43	0,29	1,72
26	Urticaceae	*Urera caracasana*	1	0,02	0,02	0,08	1,43	0,57	2,00
27	Melastomataceae	*Miconia clathrantha*	1	0,02	0,04	0,08	1,43	0,57	2,00
28	Anacardiaceae	*Tapirira guianensis*	1	0,01	0,05	0,06	1,43	0,29	1,72
29	Euphorbiaceae	*Croton tessmannii*	1	0,01	0,03	0,05	1,43	0,29	1,72
30	Actinidiaceae	*Saurauia prainiana*	1	0,01	0,03	0,04	1,43	0,29	1,72
31	Chloranthaceae	*Hedyosmun racemosum*	1	0,01	0,01	0,03	1,43	0,29	1,72
Total			70	3,48	30,70	43,65	100,00	100,00	200,00
Fr.= frecuencia (número de individuos por especie). AB= área basal. VC= volumen comercial. VT= volumen total. DnR= densidad relativa. DmR= dominancia relativa. IVI= índice de valor de importancia									

Tabla 5. 10: Área basal y volumen PMF2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

El área basal del transecto PMF2 es de 3,48 m^2, donde el 75,71% (53 individuos), presentan un DAP entre 10-29cm; el 18,57% (13 individuos) registran un DAP entre 30-49cm, cuatro individuos registran un diámetro mayor a 50cm; las especies con mayor área basal son *Sapium glandulosum* con 0,50 m^2, seguida de *Heliocarpus americanus* y *Cedrela odorata* con 0,36 y 0,34 m^2 respectivamente.

La biomasa o volumen total registrado fue de 43,65 m^3, donde la especie con mayor volumen total fue *Sapium glandulosum* con 8,22 m^3, seguido *Heliocarpus americanus* y *Cedrela odorata* con 4,49 y 4,10 m^3 respectivamente. El volumen comercial es 30,69 m^3.

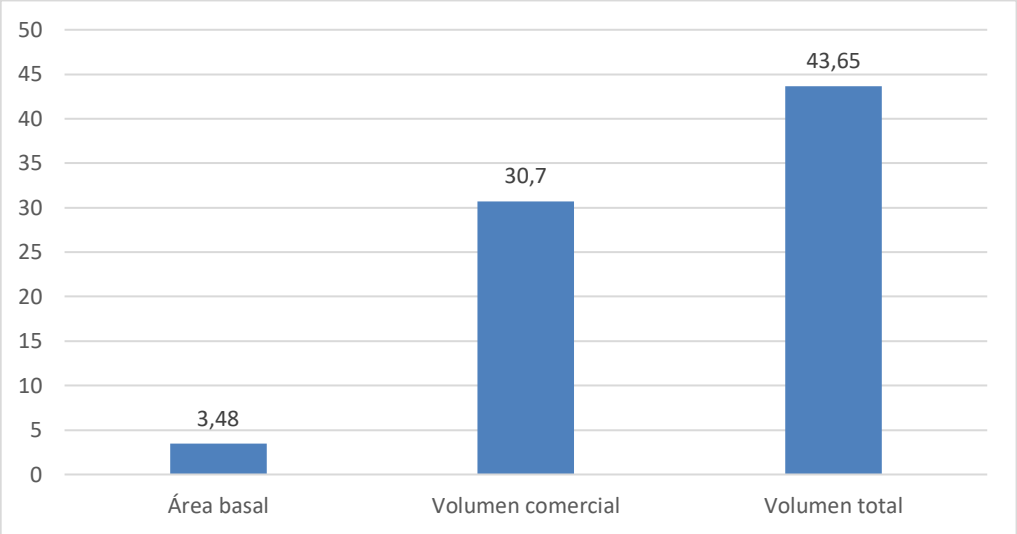


Figura 5. 21: Área basal, Volumen comercial y total Transecto PMF2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Distribución Diamétrica

Al analizar el DAP de los individuos registrados dentro del transecto PMF2, se denota que los árboles en su mayoría poseen DAP inferior a 20 cm, en este grupo se registró 45 individuos, esto representa alrededor del 64,29% del total de individuos registrados en este transecto. Otro grupo importante se ubica entre los 20 y 49 cm, aquí se contabilizo 21 individuos, lo que representa el 30,00% del total de individuos. Se registró cuatro individuos con DAP superior a 50 cm.

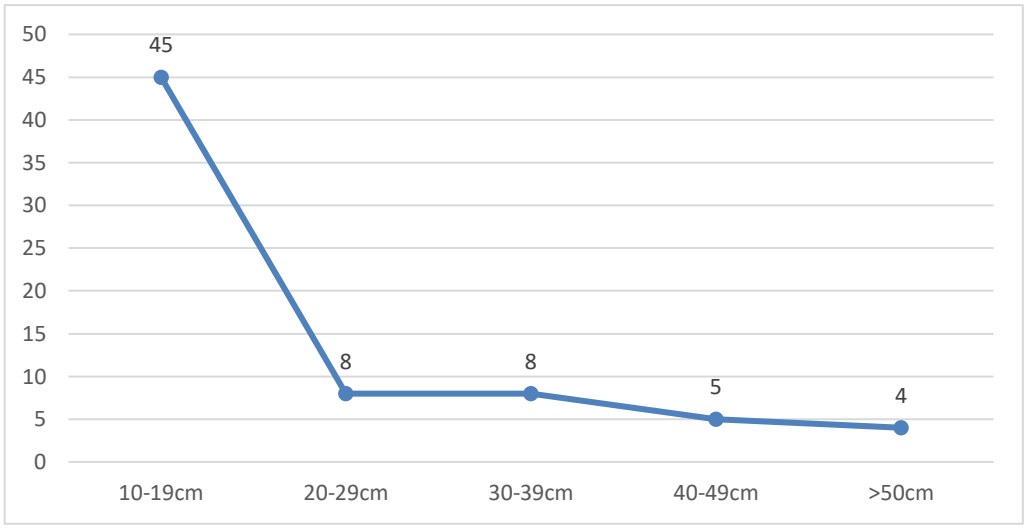


Figura 5. 22: Distribución diamétrica PMF2
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Distribución vertical

Dentro del transecto PMF2, la mayoría de árboles poseen una altura total que oscila entre 6 y 15 m, los individuos de este estrato suman 51, lo que representa el 72,86% del total de árboles registrados en el transecto. En el rango de 21 a 25 m, se registró seis individuos, lo que representa alrededor del 8,57%. Cero individuos superan los 30 m de alto

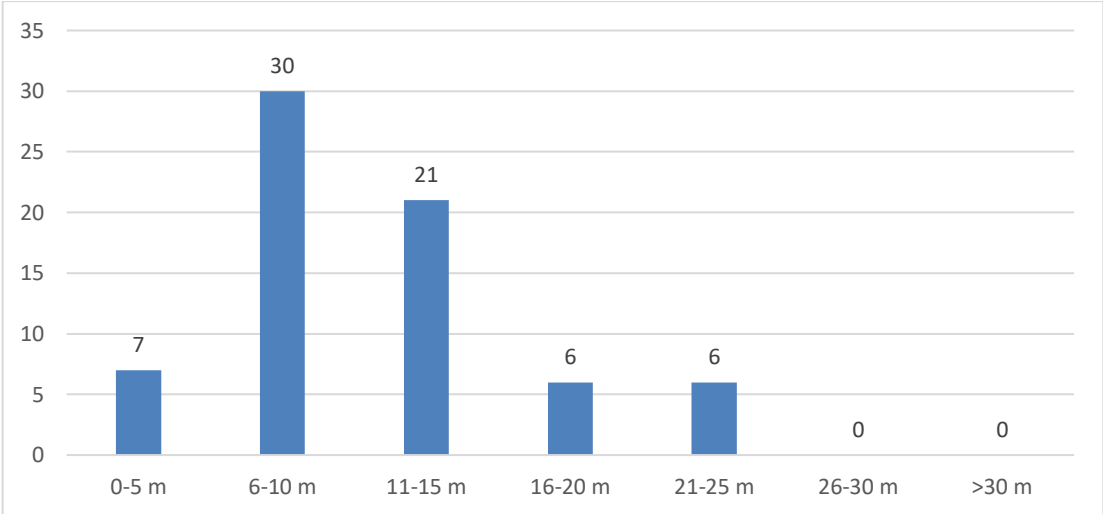


Figura 5. 23: Distribución vertical
Fuente y elaboración: Equipo consultor

5.3.4.3. Transecto PMF3

Área basal y biomasa

En la siguiente tabla se presenta los resultados de área basal y biomasa de los 69 árboles registrados en el sitio de muestreo.

N	Familia	Especie	Fr.	AB (m^2)	VC (m^3)	VT (m^3)	DnR	DmR	IVI
1	Sapotaceae	*Pouteria trilocularis*	2	0,47	4,32	7,75	2,90	13,81	16,71
2	Asteraceae	*Piptocoma discolor*	13	0,70	5,10	7,33	18,84	20,72	39,56
3	Myristicaceae	*Otoba glycycarpa*	4	0,46	6,04	7,01	5,80	13,76	19,55
4	Moraceae	*Ficus dulciaria*	1	0,26	2,71	5,42	1,45	7,65	9,10
5	Lauraceae	*Aniba canelilla*	7	0,26	2,23	3,10	10,14	7,83	17,98
6	Meliaceae	*Cedrela odorata*	1	0,18	1,25	2,51	1,45	5,31	6,76
7	Arecaceae	*Dictyocaryum lamarckianum*	2	0,13	1,23	1,50	2,90	3,75	6,65
8	Euphorbiaceae	*Tetrorchidium macrophyllum*	8	0,16	1,01	1,26	11,59	4,82	16,42
9	Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	4	0,14	0,94	1,26	5,80	4,09	9,88
10	Fabaceae	*Inga acreana*	4	0,07	0,53	0,68	5,80	2,00	7,80
11	Lauraceae	*Ocotea argyrophylla*	1	0,06	0,51	0,63	1,45	1,79	3,24
12	Solanaceae	*Solanum altissimun*	2	0,09	0,42	0,61	2,90	2,81	5,70
13	Urticaceae	*Pourouma guianensis*	2	0,05	0,40	0,50	2,90	1,46	4,36
14	Malvaceae	*Heliocarpus americanus*	1	0,05	0,40	0,50	1,45	1,40	2,85
15	Salicaceae	*Tetrathylacium macrophyllum*	2	0,05	0,36	0,46	2,90	1,34	4,24
16	Lauraceae	*Beilschmiedia sulcata*	1	0,04	0,25	0,33	1,45	1,16	2,61
17	Salicaceae	*Casearia aculeata*	1	0,04	0,25	0,33	1,45	1,16	2,61
18	Urticaceae	*Cecropia angustifolia*	1	0,03	0,18	0,24	1,45	0,94	2,39
19	Burseraceae	*Trattinickia glaziovii*	2	0,03	0,13	0,19	2,90	0,94	3,84
20	Sapirunaceae	*Siparuna cervicornis*	2	0,02	0,08	0,14	2,90	0,63	3,53
21	Fabaceae	*Inga sapindoides*	1	0,02	0,06	0,10	1,45	0,49	1,94
22	Arecaceae	*Bactris setulosa*	1	0,01	0,07	0,08	1,45	0,32	1,77
23	Nyctaginaceae	*Neea divaricata*	1	0,01	0,06	0,08	1,45	0,27	1,72
24	Rutaceae	*Esenbeckia amazonica*	1	0,01	0,02	0,06	1,45	0,42	1,87
25	Poaceae	*Guadua angustifolia*	1	0,01	0,04	0,06	1,45	0,31	1,76
26	Melastomataceae	*Miconia affinis*	1	0,01	0,04	0,05	1,45	0,26	1,71
27	Rubiaceae	*Hoffmannia sp*	1	0,01	0,03	0,05	1,45	0,29	1,74
28	Anacardiaceae	*Tapirira guianensis*	1	0,01	0,03	0,05	1,45	0,29	1,74
Total			69	3,37	28,66	42,28	100,00	100,00	200,00

Fr.= frecuencia (número de individuos por especie). AB= área basal. VC= volumen comercial. VT= volumen total. DnR= densidad relativa. DmR= dominancia relativa. IVI= índice de valor de importancia

Tabla 5. 11: Área basal y volumen PMF3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

El área basal del transecto PMF3 es de 3,37 m^2, donde el 82,61% (57 individuos), presentan un DAP entre 10-29cm; el 11,59% (8 individuos) registran un DAP entre 30-49cm, cuatro individuos registran un diámetro mayor a 50cm; las especies con mayor área basal son *Piptocoma discolor* con 0,70 m^2, seguida de *Pouteria trilocularis* y *Otoba glycycarpa* con 0,47 y 0,46 m^2 respectivamente.
La biomasa o volumen total registrado fue de 42,28 m^3, donde la especie con mayor volumen total fue *Pouteria trilocularis* con 7,75 m^3, seguido de *Piptocoma discolor* y *Otoba glycycarpa* con 7,33 y 7,01 m^3 respectivamente. El volumen comercial es 28,66 m^3.

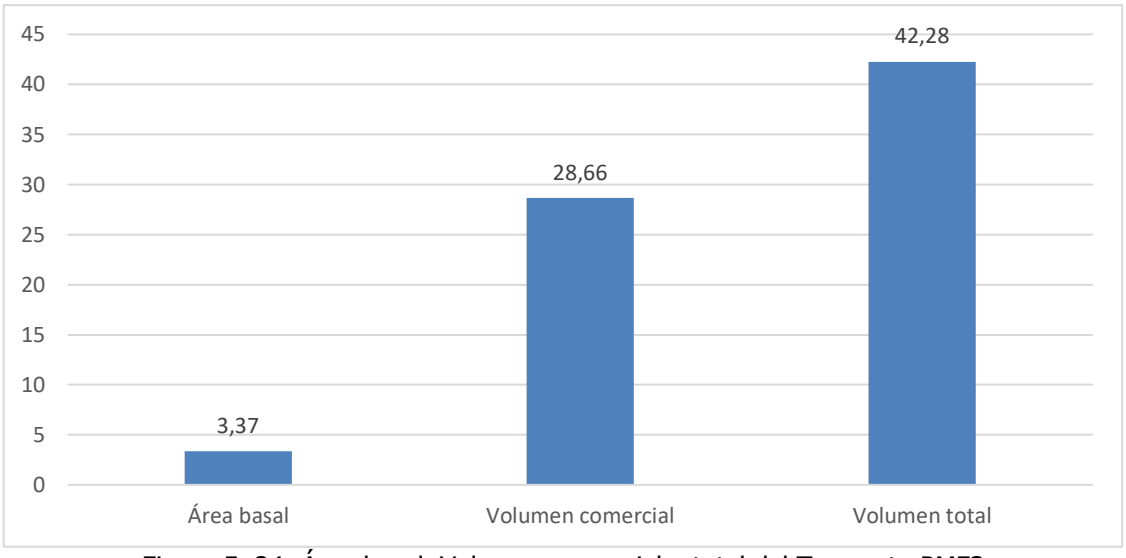


Figura 5. 24: Área basal, Volumen comercial y total del Transecto PMF3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Distribución Diamétrica

Al analizar el DAP de los individuos registrados dentro del transecto PMF3, se denota que los árboles en su mayoría poseen DAP inferior a 30 cm, en este grupo se registró 57 individuos, esto representa alrededor del 82,61% del total de individuos registrados en este transecto. Otro grupo importante se ubica entre los 30 y 49 cm, aquí se contabilizo 8 individuos, lo que representa el 11,59% del total de individuos. Se registró cuatro individuos con DAP superior a 50 cm.

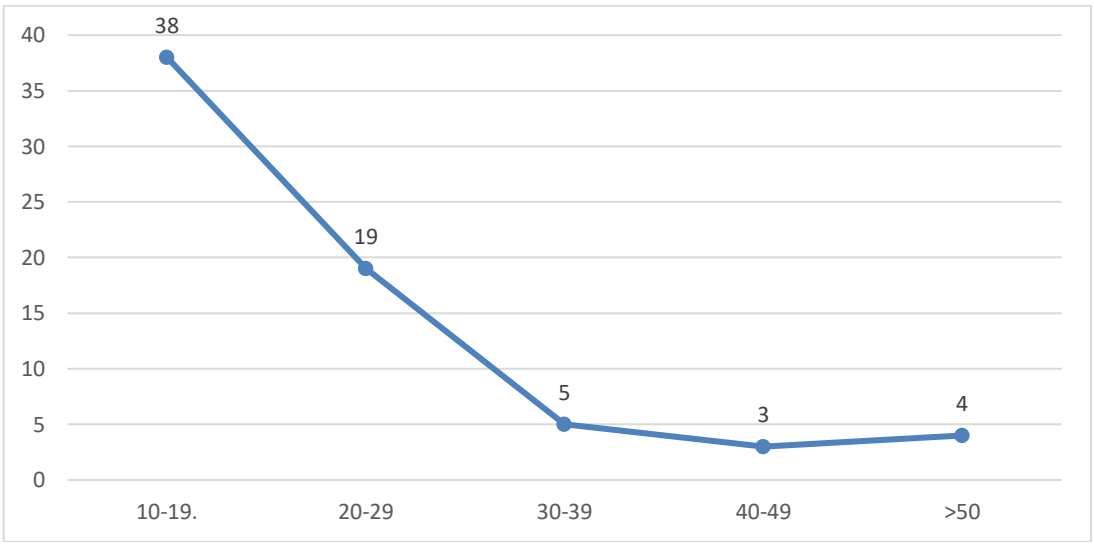


Figura 5. 25: Distribución diamétrica PMF3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Distribución vertical

Dentro del transecto PMF3, la mayoría de árboles poseen una altura total que oscila entre 6 y 15 m, los individuos de este estrato suman 55, lo que representa el 79,71% del total de árboles registrados en el transecto. En el rango de 16 a 30

m, se registró 13 individuos, lo que representa alrededor del 18,84%. Cero individuos superan los 30 m de alto

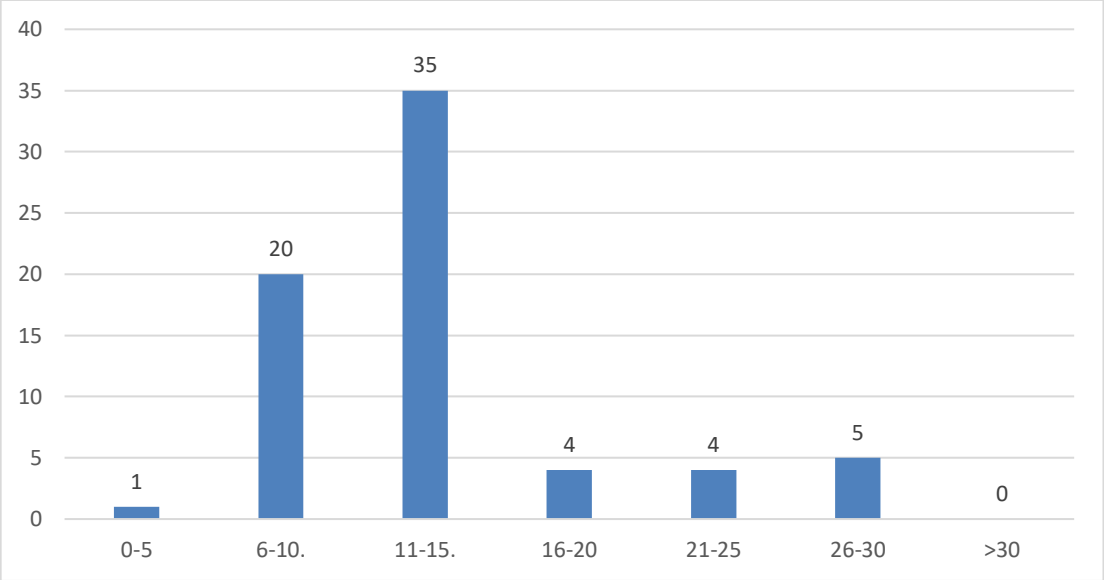


Figura 5. 26: Distribución vertical PMF3
Fuente y elaboración: Equipo consultor

5.3.4.4. Transecto PMF4

Área basal y biomasa

En la siguiente tabla se presenta los resultados de área basal y biomasa de los 90 árboles registrados en el sitio de muestreo.

N	Familia	Especie	Fr.	AB (m^2)	VC (m^3)	VT (m^3)	DnR	DmR	IVI
1	Moraceae	*Ficus dulciaria*	1	0,50	1,05	5,23	1,11	18,58	19,69
2	Rubiaceae	*Hoffmannia sp*	10	0,52	2,59	4,37	11,11	19,25	30,36
3	Fabaceae	*Inga acreana*	14	0,29	1,67	2,26	15,56	10,69	26,24
4	Arecaceae	*Dictyocaryum lamarckianum*	8	0,29	1,50	2,08	8,89	10,96	19,85
5	Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	12	0,27	1,37	1,98	13,33	10,25	23,58
6	Melastomataceae	*Blakea spruceana*	8	0,13	0,63	0,93	8,89	4,69	13,58
7	Euphorbiaceae	*Tetrorchidium macrophyllum*	9	0,12	0,44	0,69	10,00	4,36	14,36
8	Lauraceae	*Beilschmiedia sulcata*	5	0,08	0,42	0,63	5,56	3,02	8,58
9	Urticaceae	*Cecropia angustifolia*	4	0,08	0,40	0,57	4,44	3,04	7,49
10	Actinidiaceae	*Saurauia prainiana*	2	0,07	0,36	0,51	2,22	2,72	4,94
11	Urticaceae	*Pourouma guianensis*	1	0,06	0,09	0,44	1,11	2,35	3,47
12	Malvaceae	*Heliocarpus americanus*	1	0,05	0,27	0,38	1,11	2,05	3,16
13	Staphyleaceae	*Turpinia occidentalis*	2	0,03	0,17	0,24	2,22	1,19	3,42
14	Melastomataceae	*Miconia affinis*	3	0,04	0,14	0,24	3,33	1,64	4,97
15	Lauraceae	*Aniba coto*	1	0,02	0,15	0,20	1,11	0,90	2,01
16	Melastomataceae	*Miconia tomentosa*	1	0,02	0,09	0,13	1,11	0,71	1,82
17	Clusiaceae	*Clusia hammelina*	1	0,01	0,11	0,12	1,11	0,48	1,59
18	Lauraceae	*Ocotea argyrophylla*	1	0,01	0,08	0,11	1,11	0,50	1,61
19	Araliaceae	*Oreopanax mucrolanatus*	1	0,01	0,06	0,11	1,11	0,48	1,59
20	Fabaceae	*Erytrina sp*	2	0,02	0,06	0,09	2,22	0,81	3,04
21	Moraceae	*Sorocea muriculata*	1	0,02	0,02	0,07	1,11	0,60	1,71

N	Familia	Especie	Fr.	AB (m^2)	VC (m^3)	VT (m^3)	DnR	DmR	IVI
22	Fabaceae	*Inga sapindoides*	1	0,01	0,05	0,06	1,11	0,41	1,52
23	Hypericaceae	*Vismia baccifera*	1	0,01	0,05	0,06	1,11	0,32	1,43
	Total		90	2,68	11,78	21,52	100	100	200
Fr.= frecuencia (número de individuos por especie). AB= área basal. VC= volumen comercial. VT= volumen total. DnR= densidad relativa. DmR= dominancia relativa. IVI= índice de valor de importancia									

Tabla 5. 12: Área basal y volumen PMF4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

El área basal del transecto PMF4 es de 2,68 m^2, donde el 92,22% (83 individuos), presentan un DAP entre 10-29cm; el 6,67% (6 individuos) registran un DAP entre 30-49cm; tan solo un individuo registra un diámetro mayor a 50cm; las especies con mayor área basal son *Hoffmannia sp* con 0,52 m^2, seguida de *Ficus dulciaria* y *Dictyocarium lamarckianum* con 0,50 y 0,29 m^2 respectivamente.

La biomasa o volumen total registrado fue de 21,52 m^3, donde la especie con mayor volumen total fue *Ficus dulciaria* con 5,23 m^3, seguido de *Hoffmannia sp* e *Inga acreana* con 4,47 y 2,26 m^3 respectivamente. El volumen comercial es 11,78 m^3.

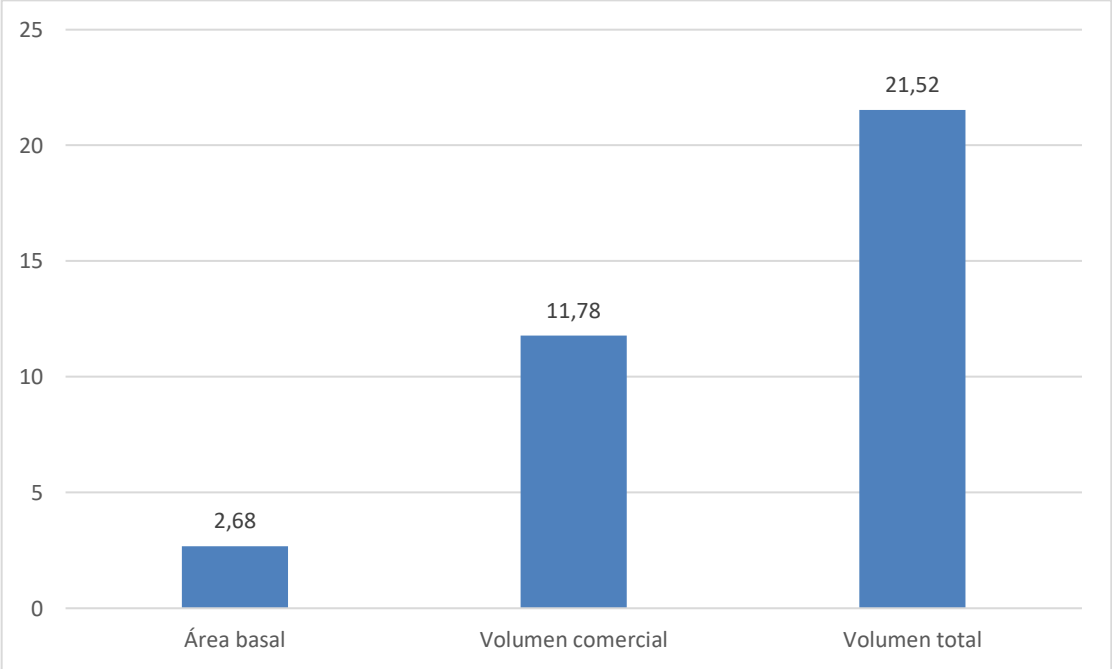


Figura 5. 27: Área basal, Volumen comercial y total del Transecto PMF4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Distribución Diamétrica

Al analizar el DAP de los individuos registrados dentro del transecto PMF4, se denota que los árboles en su mayoría poseen DAP inferior a 30 cm, en este grupo se registró 83 individuos, esto representa alrededor del 92,22% del total de individuos registrados en este transecto. Otro grupo importante se ubica entre los 30 y 49 cm, aquí se contabilizo 6 individuos, lo que representa el 6,67% del total de individuos. Tan solo se registró un individuo con DAP superior a 50 cm.

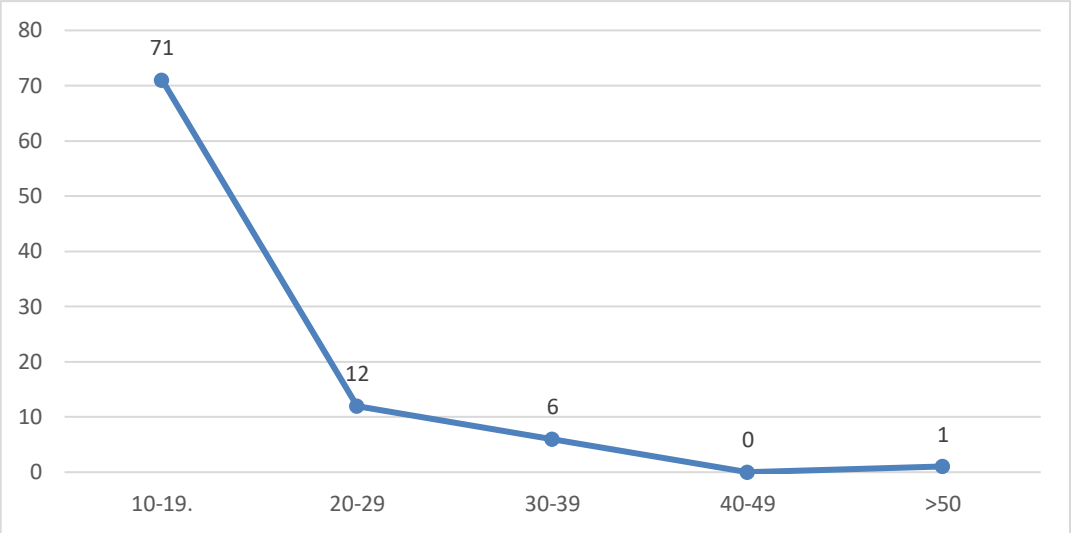


Figura 5. 28: Distribución diamétrica PMF4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Distribución vertical

Dentro del transecto PMF4, la mayoría de árboles poseen una altura total que oscila entre 6 y 15 m, los individuos de este estrato suman 87, lo que representa el 96,67% del total de árboles registrados en el transecto. En el rango de 16 a 30 m, se registró dos individuos, lo que representa alrededor del 2,22%. Cero individuos superan los 30 m de alto

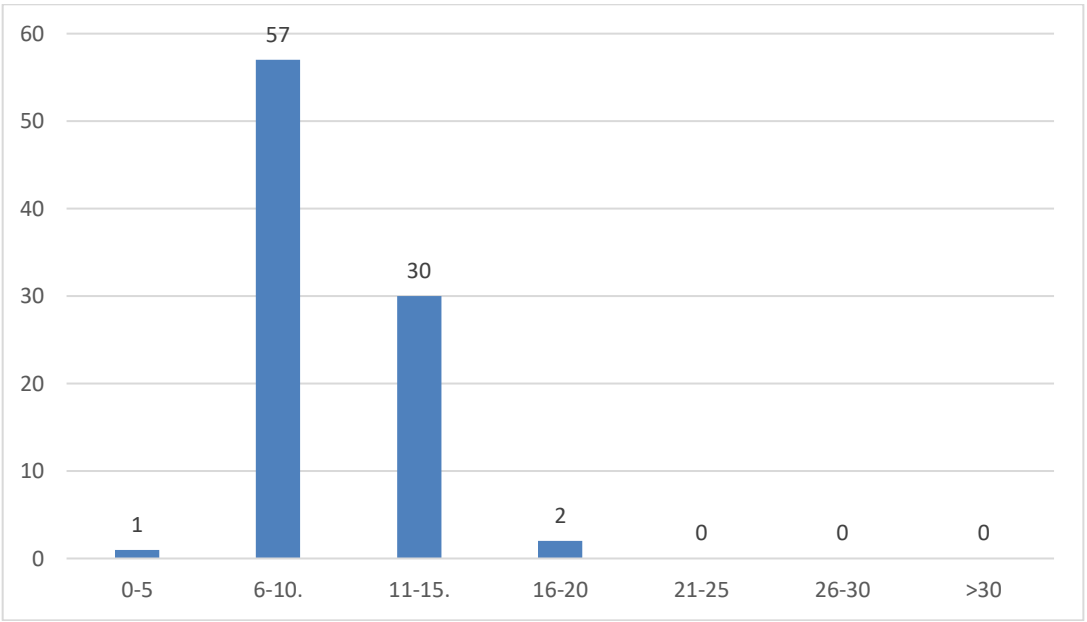


Figura 5. 29: Distribución vertical PMF4
Fuente y elaboración: Equipo consultor

5.3.4.5. Transecto PMF5

Área basal y biomasa

En la siguiente tabla se presenta los resultados de área basal y biomasa de los 80 árboles registrados en el sitio de muestreo.

N	Familia	Especie	Fr.	AB (m^2)	VC (m^3)	VT (m^3)	DnR	DmR	IVI
1	Arecaceae	*Dictyocaryum lamarckianum*	5	0,41	5,25	5,94	6,25	13,99	20,24
2	Lauraceae	*Beilschmiedia sulcata*	16	0,56	4,38	5,53	20,00	19,02	39,02
3	Araliaceae	*Oreopanax mucrolanatus*	4	0,26	1,54	2,47	5,00	8,79	13,79
4	Moraceae	*Brosimun sp*	1	0,13	1,50	2,21	1,25	4,33	5,58
5	Hypericaceae	*Vismia baccifera*	3	0,28	1,53	2,14	3,75	9,72	13,47
6	Moraceae	*Ficus dulciaria*	1	0,15	1,49	2,12	1,25	5,19	6,44
7	Sapirunaceae	*Siparuna cervicornis*	4	0,12	1,15	1,41	5,00	4,03	9,03
8	Fabaceae	*Inga sapindoides*	4	0,15	0,83	1,14	5,00	5,01	10,01
9	Annonaceae	*Unonopsis veneficiorum*	1	0,08	0,70	0,87	1,25	2,84	4,09
10	Meliaceae	*Trichilia pachypoda*	2	0,06	0,46	0,60	2,50	2,19	4,69
11	Lauraceae	*Endlicheria serícea*	4	0,07	0,44	0,57	5,00	2,38	7,38
12	Salicaceae	*Tetrathylacium macrophyllum*	5	0,06	0,33	0,48	6,25	2,19	8,44
13	Lauraceae	*Aniba coto*	1	0,07	0,33	0,47	1,25	2,31	3,56
14	Urticaceae	*Pourouma guianensis*	3	0,06	0,34	0,47	3,75	2,04	5,79
15	Lauraceae	*Ocotea argyrophylla*	3	0,05	0,27	0,38	3,75	1,78	5,53
16	Nyctaginaceae	*Neea divaricata*	4	0,06	0,20	0,36	5,00	2,07	7,07
17	Melastomataceae	*Miconia affinis*	4	0,05	0,24	0,35	5,00	1,81	6,81
18	Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	3	0,05	0,18	0,30	3,75	1,71	5,46
19	Clusiaceae	*Clusia hammelina*	1	0,05	0,16	0,26	1,25	1,58	2,83
20	Fabaceae	*Inga acreana*	3	0,04	0,17	0,23	3,75	1,28	5,03
21	Meliaceae	*Cedrela odorata*	1	0,03	0,17	0,23	1,25	0,95	2,20
22	Moraceae	*Sorocea muriculata*	2	0,04	0,13	0,22	2,50	1,33	3,83
23	Lauraceae	*Aniba canelilla*	1	0,03	0,14	0,19	1,25	0,95	2,20
24	Salicaceae	*Banara guianensis*	1	0,03	0,14	0,19	1,25	0,95	2,20
25	Annonaceae	*Guatteria glaberrima*	1	0,02	0,07	0,12	1,25	0,86	2,11
26	Rubiaceae	*Palicourea lasiantha*	1	0,01	0,06	0,11	1,25	0,44	1,69
27	Myrtaceae	*Myrcia sp*	1	0,01	0,03	0,06	1,25	0,28	1,53
Total			80	2,92	22,24	29,44	100	100	200

Fr.= frecuencia (número de individuos por especie). AB= área basal. VC= volumen comercial. VT= volumen total. DnR= densidad relativa. DmR= dominancia relativa. IVI= índice de valor de importancia

Tabla 5. 13: Área basal y volumen PMF5
Fuente y elaboración: Equipo consultor

El área basal del transecto PMF5 es de 2,92 m^2, donde el 85,00% (68 individuos), presentan un DAP entre 10-29cm; el 13,75% (11 individuos) registran un DAP entre 30-49cm; tan solo un individuo registra un diámetro mayor a 50cm; las especies con mayor área basal son *Beilschmiedia sulcata* con 0,56 m^2, seguida de *Dictyocaryum lamarckianum* y *Vismia baccifera* con 0,41 y 0,28 m^2 respectivamente.

La biomasa o volumen total registrado fue de 29,44 m^3, donde la especie con mayor volumen total fue *Dictyocaryum lamarckianum* con 5,94 m^3, seguido de *Beilschmiedia sulcata* y *Oreopanax mucrolanatus* con 5,53 y 2,47 m^3 respectivamente. El volumen comercial es 22,24 m^3.

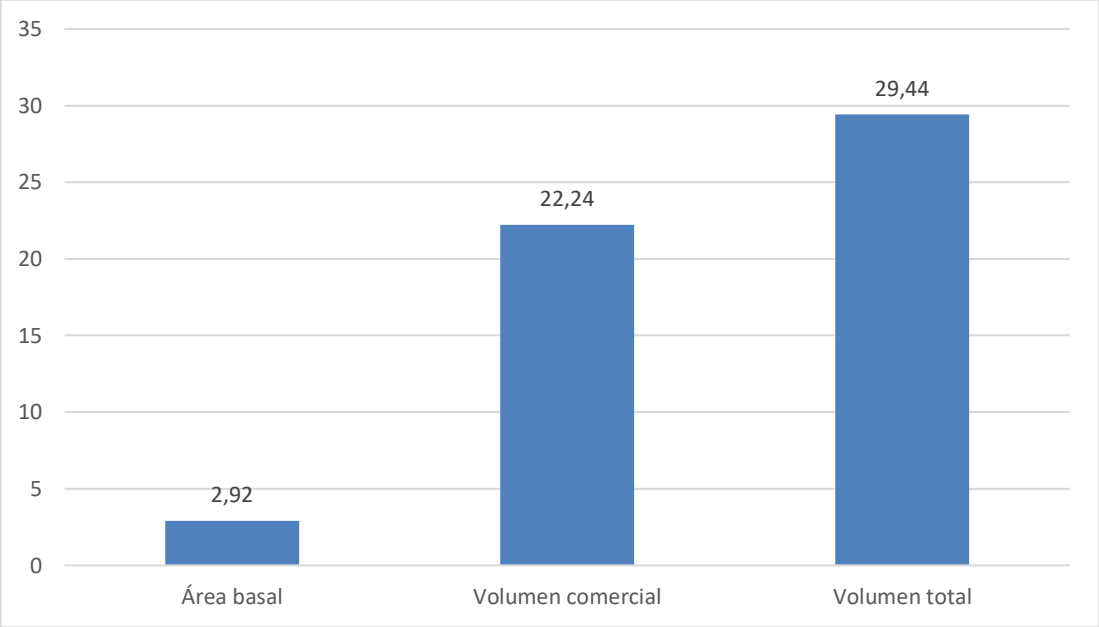


Figura 5. 30: Área basal, Volumen comercial y total del Transecto PMF5
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Distribución Diamétrica

Al analizar el DAP de los individuos registrados dentro del transecto PMF5, se denota que los árboles en su mayoría poseen DAP inferior a 30 cm, en este grupo se registró 68 individuos, esto representa alrededor del 85,00% del total de individuos registrados en este transecto. Otro grupo importante se ubica entre los 30 y 49 cm, aquí se contabilizo 11 individuos, lo que representa el 13,75% del total de individuos. Tan solo se registró un individuo con DAP superior a 50 cm.

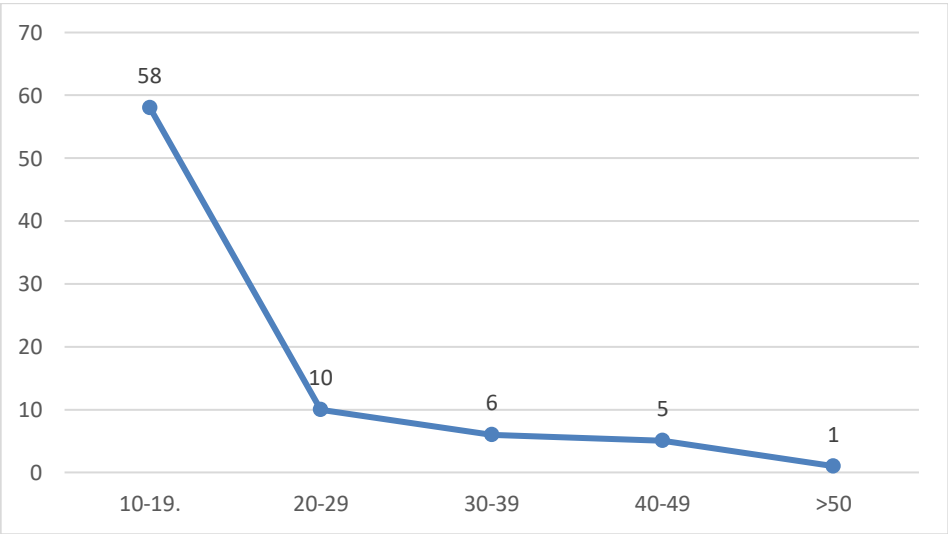


Figura 5. 31: Distribución diamétrica PMF5
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Distribución vertical

Dentro del transecto PMF5, la mayoría de árboles poseen una altura total que oscila entre 6 y 15 m, los individuos de este estrato suman 71, lo que representa el 88,74% del total de árboles registrados en el transecto. En el rango de 16 a 30 m, se registró nueve individuos, lo que representa alrededor del 11,25%. Cero individuos superan los 30 m de alto

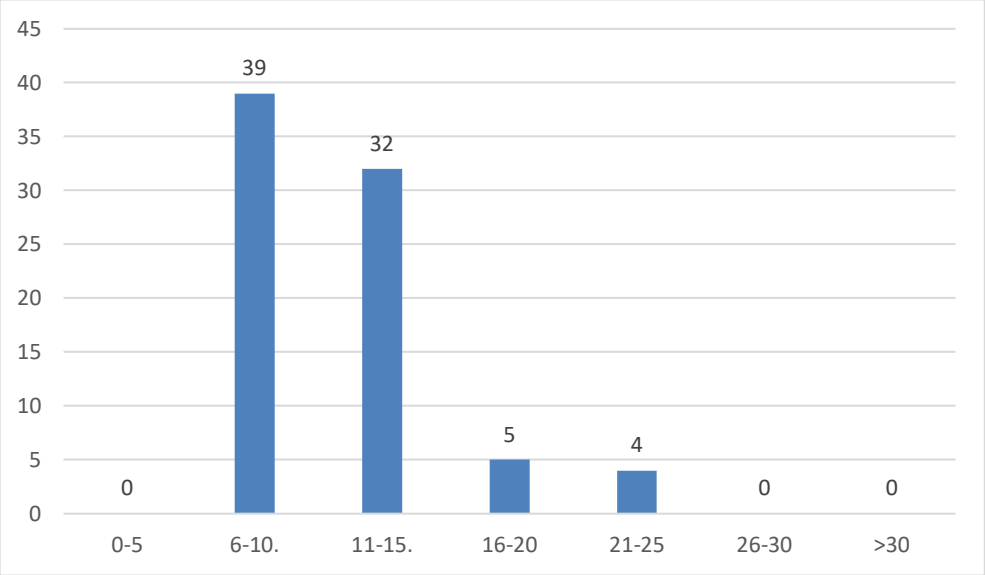


Figura 5. 32: Distribución vertical PMF5
Fuente y elaboración: Equipo consultor

5.3.5. Cuadro de volúmenes

El volumen y área basal estimados, basados en los datos obtenidos en los transectos temporales, son los siguientes.

Transecto	Superficie (ha)	Individuos	Área basal (m^2)	Volumen Comercial (m^3)	Volumen Total (m^3)
PMF1	0,15	73	3,19	25,59	41,15
PMF2	0,15	70	3,48	30,70	43,65
PMF3	0,15	69	3,37	28,66	42,28
PMF4	0,15	90	2,68	11,78	21,52
PMF5	0,15	80	2,92	22,24	29,44
Σ TOTAL (superficie muestreada)	0,75	382	15,64	118,97	178,04
SUPERFICIE TOTAL A INTERVENIR	8,00	4075	166,82	1269,01	1899,09

Tabla 5. 14: Área basal y volumen estimado
Fuente y elaboración: Equipo consultor

5.3.6. Volumen por hectárea (m3/ha)

Dentro de los 5 transectos temporales de 100 X 15 m, cuya superficie de muestreo es de 0,75 hectáreas se registró un volumen total de madera de

178,04m^3/ha y un volumen comercial de 118,97m^3/ha. Por ende, en las 8,00 ha, con cobertura arbórea dentro del trazado, existiría alrededor de 1899,09m^3/ha para el volumen total y 1269,01m^3/ha para el volumen comercial.

5.3.7. Área basal por hetárea (m2/ha)

Dentro de los 5 transectos temporales de 100 X 15 m, cuya superficie de muestreo es de 0,75 hectáreas se registró un área basal total de 15,64 m^2/ha. Por lo cual en las 8,00 ha, con cobertura arbórea dentro del trazado existiría un área basal total de alrededor de 166,82 m^2/ha.

5.3.8. Aspectos Ecológicos

5.3.8.1. Especies endémicas y categorías de conservación

Se realizó la revisión de las especies registradas en el área de estudio, según los criterios de la UICN (2020), CITES (2020) y la Lista Roja de Plantas del Ecuador y Endemismo, para catalogar el estado de conservación en que se encuentran estas especies vegetales.

De acuerdo al Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, no se catalogaron especies como endémicas.

De acuerdo a los criterios de la UICN se catalogaron: una especie *Cedrela odorata* en categoría VU (Vulnerable), la cual se registró en los transectos PMF1, PMF2, PMF3 y PMF5, tan solo se registraron 8 individuos de esta especie en los 4 transectos, siendo le transecto PMF2 el que registro mayor número de *Cedrela odorata* con 4 individuos; una especie *Bactris setulosa* en categoría NT (Casi amenazado), la cual se registró en los transectos PMF2 con 16 individuos y PMF3 con tan solo un individuo; 42 especies en categoría LC (Preocupación menor).

En la lista del CITES, se registró la especie *Cedrela odorata* en el Apéndice II, como se detalla en la tabla siguiente:

No	Familias	Especie	Endémica	UICN	CITES
1	Euphorbiaceae	*Alchornea glandulosa*	-	LC	-
2	Lauraceae	*Aniba canelilla*	-	LC	-
3	Lauraceae	*Aniba coto*	-	LC	-
4	Arecaceae	*Bactris setulosa*	-	NT	-
5	Salicaceae	*Banara guianensis*	-	LC	-
6	Rubiaceae	*Bathysa sp*	-	-	-
7	Lauraceae	*Beilschmiedia sulcata*	-	-	-
8	Melastomataceae	*Blakea spruceana*	-	LC	-
9	Rubiaceae	*Borojoa claviflora*	-	-	-
10	Moraceae	*Brosimun sp*	-	-	-

No	Familias	Especie	Endémica	UICN	CITES
11	Salicaceae	*Casearia aculeata*	-	LC	-
12	Urticaceae	*Cecropia angustifolia*	-	-	-
13	Meliaceae	*Cedrela odorata*	-	VU	Apéndice II
14	Clusiaceae	*Clusia hammelina*	-	LC	-
15	Euphorbiaceae	*Croton tessmannii*	-	-	-
16	Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	-	-	-
17	Burseraceae	*Dacryodes olivifera*	-	LC	-
18	Burseraceae	*Dacryodes peruviana*	-	LC	-
19	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	-	-	-
20	Arecaceae	*Dictyocaryum lamarckianum*	-	-	-
21	Rubiaceae	*Elaegia sp*	-	-	-
22	Lauraceae	*Endlicheria serícea*	-	-	-
23	Fabaceae	*Erytrina sp*	-	-	-
24	Rutaceae	*Esenbeckia amazonica*	-	LC	-
25	Moraceae	*Ficus dulciaria*	-	-	-
26	Moraceae	*Ficus sp*	-	-	-
27	Poaceae	*Guadua angustifolia*	-	-	-
28	Meliaceae	*Guarea silvatica*	-	LC	-
29	Annonaceae	*Guatteria glaberrima*	-	LC	-
30	Chloranthaceae	*Hedyosmun racemosum*	-	-	-
31	Malvaceae	*Heliocarpus americanus*	-	LC	-
32	Rubiaceae	*Hoffmannia sp*	-	-	-
33	Fabaceae	*Inga acreana*	-	LC	-
34	Fabaceae	*Inga sapindoides*	-	LC	-
35	Fabaceae	*Inga vera*	-	LC	-
36	Malvaceae	*Matisia cordata*	-	LC	-
37	Melastomataceae	*Miconia affinis*	-	LC	-
38	Melastomataceae	*Miconia clathrantha*	-	-	-
39	Melastomataceae	*Miconia tomentosa*	-	LC	-
40	Myrtaceae	*Myrcia sp*	-	-	-
41	Lauraceae	*Nectandra sp*	-	-	-
42	Nyctaginaceae	*Neea divaricata*	-	LC	-
43	Lauraceae	*Ocotea argyrophylla*	-	LC	-
44	Araliaceae	*Oreopanax mucrolanatus*	-	-	-
45	Myristicaceae	*Otoba glycycarpa*	-	LC	-
46	Rubiaceae	*Palicourea lasiantha*	-	-	-
47	Moraceae	*Perebea guianensis*	-	LC	-
48	Asteraceae	*Piptocoma discolor*	-	LC	-
49	Urticaceae	*Pourouma guianensis*	-	LC	-
50	Sapotaceae	*Pouteria acuminata*	-	LC	-
51	Sapotaceae	*Pouteria sp*	-	-	-
52	Sapotaceae	*Pouteria trilocularis*	-	LC	-
53	Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	-	LC	-

No	Familias	Especie	Endémica	UICN	CITES
54	Actinidiaceae	*Saurauia prainiana*	-	LC	-
55	Siparunaceae	*Siparuna cervicornis*	-	LC	-
56	Arecaceae	*Socratea exorrhiza*	-	LC	-
57	Solanaceae	*Solanum altissimun*	-	LC	-
58	Moraceae	*Sorocea muriculata*	-	LC	-
59	Anacardiaceae	*Tapirira guianensis*	-	LC	-
60	Salicaceae	*Tetrathylacium macrophyllum*	-	LC	-
61	Euphorbiaceae	*Tetrorchidium macrophyllum*	-	LC	-
62	Burseraceae	*Trattinnickia glaziovii*	-	LC	-
63	Meliaceae	*Trichilia pachypoda*	-	-	-
64	Staphyleaceae	*Turpinia occidentalis*	-	LC	-
65	Annonaceae	*Unonopsis veneficiorum*	-	LC	-
66	Urticaceae	*Urera caracasana*	-	LC	-
67	Myristicaceae	*Virola elongata*	-	LC	-
68	Hypericaceae	*Vismia baccifera*	-	LC	-
69	Arecaceae	*Wettinia maynensis*	-	-	-

Tabla 5. 15: Especies registradas con algún grado de amenaza
Fuente y elaboración: Equipo consultor

5.3.8.2. Uso de las especies

A continuación, se presenta un listado de especies registradas, categorizadas como útiles en la generación de bienes y servicios

No	Familias	Especie	USOS
1	Euphorbiaceae	*Alchornea glandulosa*	Alimento de vertebrados, combustibles, materiales, medioambiental
2	Lauraceae	*Aniba canelilla*	No reporta
3	Lauraceae	*Aniba coto*	materiales
4	Arecaceae	*Bactris setulosa*	Alimenticio, materiales, medicinal
5	Salicaceae	*Banara guianensis*	Alimento de vertebrados, materiales, medioambiental
6	Rubiaceae	*Bathysa sp*	No reporta
7	Lauraceae	*Beilschmiedia sulcata*	Alimenticio, materiales
8	Melastomataceae	*Blakea spruceana*	No reporta
9	Rubiaceae	*Borojoa claviflora*	Alimento de vertebrados, materiales
10	Moraceae	*Brosimun sp*	Materiales
11	Salicaceae	*Casearia aculeata*	Alimenticio, materiales
12	Urticaceae	*Cecropia angustifolia*	Medicinal, medioambiental
13	Meliaceae	*Cedrela odorata*	Aditivo de alimentos, alimento de vertebrados, materiales, medicinal
14	Clusiaceae	*Clusia hammelina*	Materiales, medicinal
15	Euphorbiaceae	*Croton tessmannii*	Alimenticio, alimento de vertebrados
16	Cyatheaceae	*Cyathea tortuosa*	No reporta
17	Burseraceae	*Dacryodes olivifera*	Materiales, medicinal

No	Familias	Especie	USOS
18	Burseraceae	*Dacryodes peruviana*	Alimenticio, alimento de vertebrados, combustible, materiales, social
19	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Alimento de vertebrados, materiales, medicinal
20	Arecaceae	*Dictyocaryum lamarckianum*	Alimenticio, alimento de vertebrados, materiales
21	Rubiaceae	*Elaegia sp*	No reporta
22	Lauraceae	*Endlicheria serícea*	materiales
23	Fabaceae	*Erytrina sp*	No reporta
24	Rutaceae	*Esenbeckia amazonica*	Alimento de vertebrados, materiales
25	Moraceae	*Ficus dulciaria*	No reporta
26	Moraceae	*Ficus sp*	No reporta
27	Poaceae	*Guadua angustifolia*	Alimenticio, alimento de vertebrados, materiales, medicinal, medioambiental
28	Meliaceae	*Guarea silvatica*	Alimenticio, alimento de vertebrados, materiales, medicinal
29	Annonaceae	*Guatteria glaberrima*	alimenticio, alimento de vertebrados, materiales
30	Chloranthaceae	*Hedyosmun racemosum*	Alimenticio, materiales, medicinal
31	Malvaceae	*Heliocarpus americanus*	Apícola, combustibles, materiales, medicinal, medioambiental
32	Rubiaceae	*Hoffmannia sp*	No reporta
33	Fabaceae	*Inga acreana*	Alimenticio, alimento de vertebrados, materiales
34	Fabaceae	*Inga sapindoides*	Alimenticio, alimento de vertebrados, materiales, medioambiental
35	Fabaceae	*Inga vera*	Alimenticio, alimento de vertebrados
36	Malvaceae	*Matisia cordata*	No reporta
37	Melastomataceae	*Miconia affinis*	Materiales, medicinal
38	Melastomataceae	*Miconia clathrantha*	No reporta
39	Melastomataceae	*Miconia tomentosa*	Materiales, alimento de vertebrados
40	Myrtaceae	*Myrcia sp*	No reporta
41	Lauraceae	*Nectandra sp*	No reporta
42	Nyctaginaceae	*Neea divaricata*	Alimento de vertebrados, materiales
43	Lauraceae	*Ocotea argyrophylla*	Materiales, alimento de vertebrados
44	Araliaceae	*Oreopanax mucrolanatus*	No reporta
45	Myristicaceae	*Otoba glycycarpa*	Alimento de vertebrados, materiales, social, medicinal
46	Rubiaceae	*Palicourea lasiantha*	Medicinal
47	Moraceae	*Perebea guianensis*	Alimenticio, alimento de vertebrados, materiales, medicinal
48	Asteraceae	*Piptocoma discolor*	Combustibles, materiales, social, medicinal
49	Urticaceae	*Pourouma guianensis*	Alimenticio, alimento de vertebrados, materiales
50	Sapotaceae	*Pouteria acuminata*	No reporta
51	Sapotaceae	*Pouteria sp*	No reporta
52	Sapotaceae	*Pouteria trilocularis*	Alimento de vertebrados, materiales
53	Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	Alimento de vertebrados, materiales, medicinal
54	Actinidiaceae	*Saurauia prainiana*	Alimenticio, alimento de vertebrados, medicinal

No	Familias	Especie	USOS
55	Siparunaceae	*Siparuna cervicornis*	Alimento de vertebrados, materiales, social
56	Arecaceae	*Socratea exorrhiza*	Alimenticio, alimento de vertebrados, alimento de invertebrados, materiales, social, toxico para otros organismos, medicinal, medioambiental
57	Solanaceae	*Solanum altissimun*	Materiales, social, medicinal
58	Moraceae	*Sorocea muriculata*	Materiales, alimenticio
59	Anacardiaceae	*Tapirira guianensis*	Alimenticio, alimento de vertebrados, materiales, medicinal
60	Salicaceae	*Tetrathylacium macrophyllum*	Alimento de vertebrados, materiales, medicinal
61	Euphorbiaceae	*Tetrorchidium macrophyllum*	Alimento de vertebrados, combustibles, medicinal, materiales
62	Burseraceae	*Trattinnickia glaziovii*	Alimento de vertebrados, combustibles, materiales, social
63	Meliaceae	*Trichilia pachypoda*	Alimento de vertebrados, materiales, medicinal
64	Staphyleaceae	*Turpinia occidentalis*	Alimento de vertebrados, materiales
65	Annonaceae	*Unonopsis veneficiorum*	Alimenticio, alimentos de vertebrados, materiales, toxico para vertebrados
66	Urticaceae	*Urera caracasana*	Alimenticio, alimento de vertebrados, social, medicinal
67	Myristicaceae	*Virola elongata*	Materiales, social, medicinal, alimenticio, alimento de vertebrados, alimento de invertebrados
68	Hypericaceae	*Vismia baccifera*	Alimento de vertebrados, apícola, combustibles, materiales, medicinal, medioambiental
69	Arecaceae	*Wettinia maynensis*	Alimenticio, alimento de vertebrados, alimento de invertebrados, materiales, social, medicinal

Tabla 5. 16: Uso de especies registradas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

5.3.9. Valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos del bosque

"La actividad económica no reconoce de manera explícita el valor de uso de los recursos biológicos y de los servicios que proveen, provocando frecuentemente el agotamiento, la degradación y la cancelación de los usos presentes y futuros de dichos recursos.

La ausencia de esta valoración ha permitido que durante mucho tiempo sólo se tomaran decisiones basadas en las estrictas señales de mercado (cuando existen mercados formales o que proporcionan elementos para su seguimiento) o en las necesidades primarias del desarrollo.

El alcance del presente estudio comprende la determinación del valor económico total por concepto de los bienes y servicios ambientales que se perderían debido al desbroce de la vegetación nativa del área a intervenir. Para ello, es importante delimitar el alcance del término vegetación nativa, para lo cual se utilizará la definición establecida en el Manual Operativo Unificado del Proyecto Socio Bosque de junio de 2011, en el cual se establece que: "Se considera bosque nativo toda formación vegetal compuesta por especies nativas, y resultante de un proceso natural de sucesión ecológica. Además, esa formación vegetal debe brindar dos o

más de los tres servicios ambientales detallados a continuación: refugio de biodiversidad, regulación hidrológica, y almacenamiento de carbono.

La presente valoración integra los criterios metodológicos sugeridos en el Anexo No. 1 y 2 de los acuerdos ministeriales 076 y 134 del Ministerio del Ambiente.

5.3.9.1. Metodología

En términos generales, la valoración económica de los bienes y servicios ambientales del bosque y vegetación nativa resulta de: la caracterización del bosque que resulta del levantamiento específico del inventario forestal del área de estudio y la estimación, en términos económicos, de los bienes y servicios que brinda dicha área de estudio. A continuación, se detalla la metodología aplicada en el análisis de estos dos componentes.

Valor Económico Total (VET)

El valor económico total, se compone de distintos valores, los cuales se describen a continuación.

Valores de Uso

El Valor de Uso es el más elemental de todos y hace referencia al carácter instrumental que en ocasiones adquieren los atributos de la naturaleza y que les permite ser considerados como útiles. En el presente caso de estudio, existe un valor de uso para las personas que visitan el bosque o valor de uso para investigación. En esta categoría puede distinguirse dentro de los bienes o recursos que poseen valores de uso a aquellos que tienen un valor de uso directo, indirecto y de opción.

El Valor de uso directo, genera directamente utilidad de los que tienen un valor de uso indirecto, por ser necesarios para la obtención de bienes de uso directo. También se aprecia el valor de opción, para el cual existen personas que, aunque en la actualidad no estén utilizando bienes ambientales específicos, prefieren tener abierta la opción de hacerlo en algún momento futuro. Por tanto, la desaparición del bien ambiental supone para ellos un decremento de su bienestar, mientras que su conservación lo eleva (Azqueta, 2002).

Valores de No Uso

Finalmente, los atributos ambientales pueden tener para determinadas personas un valor de no uso, es decir, un valor no ligado a la utilización, consuntiva o no consuntiva, presente o futura del bien. El principal de ellos, entre estos valores de no uso, es el denominado valor de existencia. Este valor viene dado por la posible afectación del bienestar de las personas por el hecho de que un bien desaparezca. De igual manera, se considera el valor de herencia como el legado a la humanidad que representan los bosques de la Amazonía (Azqueta, 2002).

Determinación del Valor Económico Total (VET)

Usando como base el Anexo 2 de los A. M. 076 y 134, el valor económico total (VET) se calculará a partir de la siguiente ecuación:

$$VET = Valoración\ de\ servicios\ ambientales\ (VSamb) + Valoración\ de\ bienes\ ambientales\ (VBamb)$$

En términos generales, el Valor Económico Total (VET) contempla la sumatoria de todos aquellos valores (uso directo, uso indirecto) que se perderían a causa del potencial desbroce de cobertura vegetal nativa requerida por el desarrollo y ejecución de un proyecto. Los valores que cuantificar en el presente estudio se categorizan de acuerdo con su uso, de la siguiente manera:

TIPO DE VALORACIÓN	COMPONENTE	CATEGORÍA
Valoración de Bienes Ambientales	*Extracción de productos maderables y no maderables*	Valor de uso
	Productos medicinales	Valor de uso
	Plantas Ornamentales	Valor de uso
	Artesanía	Valor de no uso
Valoración de Servicios Ambientales	*Almacenamiento y Secuestro de Carbono*	Valor de uso
	Regulación hídrica	Valor de uso
	Turismo y Recreación	Valor de uso
	Belleza escénica	Valor de no uso

Tabla 5. 17: Categorización de valores a considerar para el cálculo del VET
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Es importante tener en cuenta que, alineado con la política de restauración integral de pasivos ambientales del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), a través de su Programa de Reparación Ambiental y Social (PRAS), únicamente es posible valorar aquellos bienes y servicios ambientales que tienen una influencia sobre la dinámica socioeconómica de los actores sociales ubicados dentro del área de influencia del proyecto Hidroquest; en el resto de los casos, el valor económico de dicho componente fue considerado con un valor igual a cero-nulo.

Consideraciones Especiales

La información generada como resultado del levantamiento del inventario forestal exigido en el A. M, 076 constituye un insumo para la valoración ambiental; por ende, si bien la metodología expuesta en el presente estudio es aplicable a cualquier caso de estudio, los valores económicos a obtenerse como resultado de esta son única y exclusivamente aplicables al área de estudio abarcada en el inventario forestal usado para el presente cálculo.

Valor Presente Neto (VPN) de los Bienes y Servicios Ambientales

La determinación del Valor Económico Total (VET) se obtuvo llevando los distintos costos unitarios (valores de mercado por concepto de bienes y servicios

ambientales) a su Valor Presente Neto (VPN), utilizando una tasa de descuento del 4,53% anual y un período de retorno de 50 años, ya que todos los valores obtenidos están basados en una explotación sustentable del bosque.

Valoración de Servicios Ambientales

La Valoración de Servicios Ambientales (VSam) contempla la sumatoria de la pérdida por almacenamiento y secuestro de carbono, conservación de cuencas hidrográficas, turismo y recreación.

Almacenamiento y Secuestro de Carbono

Se determina en base a la siguiente ecuación:

$$VSAC = CMC * (TFC * ABt)$$

Donde:
VSAC= Valor servicio ambiental captura de carbón (USD)
CMC= Costo de mercado de captura de carbono (USD/tonC)
TEF= Tasa de fijación de carbono por tipo de bosque (TonC/ha/año)
Abt= Area de bosque a desbrozar por el proyecto (ha)

Se ha utilizado como base el índice de almacenamiento de carbono calculado para cada estrato de vegetación en el Ecuador, de acuerdo con el mapa de carbono de los bosques, elaborado por la Evaluación Nacional Forestal, (MAE, 2015).

Estrato	Total (Ton.C/ha/año)
Bosque siempreverde montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	122,77

Tabla 5. 18: Índice de almacenamiento de carbono
Fuente Evaluación Nacional Forestal 2015
Elaboración: Equipo consultor

Por su parte, el costo en el mercado por captura de carbono (CM_C) que se utilizará es de 7,29 (€/Ton.C) correspondiente al cambio actual, que expresados en dólares americanos y con el tipo de cambio actual da un costo de 7,90 (USD/Ton.C), en el que se visualizan los precios en €/Ton.C, y se traducen en Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono (EUA), estos datos fueron comparados con el Índice Intercontinental Exchange (ICE) para emisiones de dióxido de carbono.

Regulación Hídrica

Se determina en base a la siguiente ecuación:

$$VSAH = CMH * ABt$$

Donde:
ASAH= Valor servicio ambiental regulación hídrica (USD)
CMH= Costo de mercado regulación hídrica (USD/ha)
ABt= Área de bosque a desbrozar por el proyecto (ha)

Se utilizó como valor económico de la regulación hídrica el promedio de los valores determinados por Torras, (2000) igual a 238 USD/ha y Ruitenbeek (1992) igual a 230 USD/ha, que determinaron por separado el valor económico del servicio ambiental de regulación hídrica, que brinda la vegetación nativa a través de sus estudios de pérdida de la productividad del suelo por la deforestación; en tal virtud, el valor a considerar para el cálculo será de 234 USD/ha.

Belleza Escénica

Se determina en base a la siguiente ecuación:

$$VSABE = CMBE * At$$

Donde:
VSABE= Valor servicio ambiental belleza escénica (USD)
CMC= Costo de mercado belleza escénica (USD/ha)
At= Área a intervenir por el Proyecto (ha)

Es importante considerar que la ejecución de un proyecto hidroeléctrico contempla como parte de su Plan de Manejo Ambiental (PMA) un plan de abandono, que incluye la reconformación del área intervenida; en tal virtud, únicamente se incluirá este componente en el cálculo del VET cuando el área a intervenir se trate de un ecosistema único, sea parte del proyecto Socio Bosque o se interseque con áreas protegidas; en el resto de casos se considera como valor económico nulo.

Valoración de Bienes Ambientales

La Valoración de Bienes Ambientales (VBamb) contempla la sumatoria de la pérdida por extracción de productos maderables y no maderables, productos medicinales y agrícolas derivados de la biodiversidad, y valores de existencia y herencia.

Extracción de Productos Forestales (maderables y no maderables)

Se determina en base a la siguiente ecuación:

$$VBAPF = CMPF * VT$$

Donde:
VBAPF= valor bienes ambientales productos forestales (USD)
CMPF= Costos de mercado productos forestales (USD/m^3)
VT= Volumen total de madera inventariado (m^3)

Utilizando como base el artículo 1 del Acuerdo Ministerial No. 041, se considerará un valor de 3 USD/m³ por concepto del derecho de aprovechamiento de madera en pie en el cálculo de los valores económicos por concepto del aprovechamiento del bien ambiental que constituyen los productos forestales

Productos Medicinales

Se determina en base a la siguiente ecuación:

$$VBAMed = CMMed * AbMed$$

Donde:
VBAMed= Valor por bienes ambientales productos medicinales (USD)
CMMed= Costo de mercado productos medicinales (USD/ha)
AbMed= Área basal de productos medicinales (ha)

Considerando que el valor económico que podría generarse a causa de productos medicinales y obtenidos de las especies vegetales de un bosque nativo está directamente ligado a la diversidad genética de un ecosistema dado, este componente del VET valora simultáneamente los bienes ambientales medicinales y los recursos genéticos.

Se estima el valor económico por concepto de productos medicinales derivados de la biodiversidad genética en 1043 USD/ha, valor determinado por Rausser & Small (1998) mediante la metodología de Disposición al Pago (WTP por sus siglas en inglés, Willingness To Pay) de las compañías farmacéuticas en diferentes regiones del mundo. El valor utilizado para el cálculo corresponde específicamente para la Amazonía ecuatoriana, pero en ausencia de estudios específicos en regiones del Ecuador, se utilizará dicho valor como estándar para todo el Ecuador.

Es importante considerar que en el caso de que el inventario forestal no se identificó especies medicinales en el área a desbrozar, el valor económico de este componente será nulo.

Plantas Ornamentales

Se determina en base a la siguiente ecuación:

$$Y_{or} = \sum_{i=1}^{n} P_i^{po} Q_i^{po}$$

Donde:
Ypo= Aportes por el aprovechamiento de plantas ornamentales de la biodiversidad (US$/año)
Ppo= Precio de las plantas ornamentales i (US$/unidad)
Qpo= Cantidad vendida de las plantas ornamentales i (unidades/año)

Como sucede con las plantas medicinales, se debe considerar si existe una explotación/extracción de plantas ornamentales con fines comerciales. En el caso

del desarrollado de una actividad económica basada en la producción artificial de plantas ornamentales. La cuantificación de las plantas silvestres comerciadas se realiza por unidad de planta extraída. Estas plantas tienen un precio en el mercado, y mediante la ecuación se puede estimar los aportes provenientes de esa actividad.

Cabe mencionar que en el área del inventario forestal No existen actividades económicas que involucren la venta de especies ornamentales; por lo tanto, el valor económico de este componente será nulo.

Artesanías

Se determina en base a la siguiente ecuación:

$$Y_{ar} = \sum_{i=1}^{n} P_i^{or} Q_i^{ar}$$

Donde:
Y_{ar}= Aportes por la comercialización de artesanías de origen silvestre (US$/año)
P^{or}= Precio de la pieza i (US$/pieza)
Q^{ar}= Demanda de la pieza i (pieza/año)
Y_{ar}=0,00

La contabilidad de las artesanías comerciales involucra una serie de dificultades propias de esa actividad. Normalmente, su comercialización es por precios, sin tener una unidad de medida establecida y única. Esto obliga a contabilizar el número de piezas que se demandan en el mercado y a conocer el precio de cada pieza. Si para algunos productos es factible contar con una unidad de medida diferente al de la pieza, como sucede en términos de volumen, la estimación requiere conocer el precio por unidad de volumen demandado. Se utilizará un valor económico de $ 2,5 USD, costo aproximado para la venta de artesanías en las ciudades orientales.

En el caso del presente proyecto, se determinó que en el área a intervenir NO existen actividades económicas que involucren la confección de artesanías, por lo tanto, el valor económico de este componente será nulo.

Pago de tasas forestales

En el Art. 1 del Acuerdo Ministerial 041, indica que se debe cancelar $3 dólares por metro cúbico de madera en pie. El volumen total maderable de la muestra es de 178,04 m³ en 0,75 ha, en vista de que el proyecto abarca 8 ha de Bosque, el Volumen correspondería a 1899,09 m³. El valor por cancelar corresponde a $5697,27 Dólares americanos.

Superficie de Transectos/parcelas	Volumen	Área total (ha)	Área a intervenir (ha)	Volumen por área a intervenir	Valor de tasa forestal
0.75 ha	178,04	8,00	8,00	1899,09 m^3	$ 5697,27

Tabla 5. 19: Valor de tasa forestal
Fuente: Acuerdo Ministerial 141
Elaboración: Equipo consultor

5.3.9.2. Análisis y resultados de la valoración económica

Es importante considerar que cuando se analiza una unidad vegetal, de acuerdo a Lamprecht (1990), Finegan y Guillén (1992), Guariguata *et al*. (1997), Camacho *et al*. (1999), y Vilchez *et al*. (2008), se puede hacer las siguientes consideraciones:

Si la densidad de bosque es igual o mayor a 27 m²/ha, se considerará a esa unidad como "Bosque primario".

Si la densidad es mayor a 9 m²/ha y menor a 27 m²/ha, se considerará como "Bosque secundario poco intervenido".

Si la densidad es menor a 9 m²/ha, se considerará como "Bosque secundario altamente intervenido".

Considerando que la Valoración Económica aplica únicamente para los ecosistemas de vegetación nativa; y que de acuerdo a la definición de vegetación nativa contemplada en el Manual Operativo Unificado del Proyecto Socio Bosque de junio 2011, únicamente se considerará como vegetación nativa a los ecosistemas: "Bosque primario" y "Bosque secundario poco intervenido", solamente las áreas que posean una densidad de bosque mayor o igual a 9 m²/ha requerirán ser valoradas económicamente, en el resto de casos no aplicará realizar la valoración económica.

Viabilidad de la valoración económica.

En la tabla siguiente se detalla los valores obtenidos en el inventario forestal.

CARACTERÍSTICA	UNIDADES	VALORES
Área Total de intervención	Ha	8
Área a desbrozar por el Proyecto	Ha	8
Área del Bosque *	m2	7500
Densidad de Bosque	m2/ha	**20,85**
Tipo de Bosque	N/A	Bosque Primario
Aplica valoración económica ***	N/A	**SI**
* Área basal de todas las especies vegetales (maderables y no maderables) con DAP > 10 cm.		

Tabla 5. 20: Matriz de viabilidad para efectuar la valorización económica
Fuente y elaboración: Equipo consultor

En el área de análisis se ha establecido que la densidad de bosque es de 20,85 m²/ha, lo cual determina que el área analizada corresponde al ecosistema de

Bosque primario y **Si aplica** efectuar la Valoración Económica Total de los bienes y servicios ambientales de la vegetación nativa en el área del proyecto hidroeléctrico.

Volumen de Madera

De acuerdo con los valores obtenidos previamente en el inventario forestal, en un área muestreada de 0,75 ha, se obtuvo un volumen total de 178,04 m^3 y un volumen comercial de 118,97 m^3. Se estimo un volumen promedio total por hectárea (VPT) de 237,39 m^3/ha, mientras que el volumen promedio comercial (VPC) es de 158,63 m3/ha.

Localidad	Volumen Comercial (m^3)	Volumen total (m^3)
∑ Transectos (0,75 ha)	118,97	178,04
Promedio (1 ha)	158,63	237,39
Total (8 ha)	**1269,01**	**1899,09**

Tabla 5. 21: Volumen de madera
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Para la valoración económica de la zona, se utilizó el valor de volumen total promedio de los 5 transectos correspondientes al inventario forestal.

Productos maderables y no maderables

El volumen total de madera encontrado en los 5 transectos fue de 178,04 m^3/ha, que convertido al total del área a intervenir (8,00 ha), se obtuvo como resultado un volumen de madera de 1899,09 m^3, valor que se utilizará para la presente valoración.

Considerando que la tasa de madera en pie establecida por el Ministerio del Ambiente es de tres dólares por metro cúbico de madera (3,00 USD/m3), de acuerdo al Acuerdo Ministerial 041 del Ministerio del Ambiente, publicado en Registro Oficial No. 401 del 18 de agosto del 2004, se estima que el costo total de productos maderables es:

$\mathbf{Y_{maderable}}$ = 3 usd/m^3 X 1899,09 m^3 = **USD 5697,27**

En cuanto a la valoración de especies no maderables, se relaciona a este bien con plantas frutales productos de la agricultura, o plantas que tiene un fin alimenticio. En este caso, no se registró cultivos activos dentro y en las cercanías de los transectos instalados.

Por tal motivo, el costo estimado por productos no maderables es igual a cero:

$\mathbf{Y_{no\ maderable}}$ **= USD 00.0**

Productos medicinales

Se estima el valor económico por concepto de productos medicinales derivados de la biodiversidad genética en 1043 USD/ha, valor determinado por Rausser & Small (1998) mediante la metodología de Disposición al Pago (WTP por sus siglas en inglés, Willingness To Pay) de las compañías farmacéuticas en diferentes regiones del mundo. El valor utilizado para el cálculo corresponde específicamente para la Amazonía ecuatoriana, pero en ausencia de estudios específicos en regiones del Ecuador, se utilizará dicho valor como estándar para todo el Ecuador.

Es importante considerar que en el caso de que el inventario forestal no se identificó especies medicinales en el área a desbrozar, el valor económico de este componente será nulo.

Dentro del área del proyecto hidroeléctrico inventariado no se registró la producción de especies medicinales con fines comerciales.

Y_{ms}= USD 00.0

Plantas Ornamentales

No se registraron en la zona el uso y comercialización de plantas ornamentales. Las pocas plantas ornamentales que se identificaron en la zona, las utilizan las familias de la zona para sus hogares.

Y_{or}= USD 00.0

Artesanías

La contabilidad de las artesanías comerciales involucra una serie de dificultades propias de esa actividad. Normalmente, su comercialización es por precios, sin tener una unidad de medida establecida y única. Esto obliga a contabilizar el número de piezas que se demandan en el mercado y a conocer el precio de cada pieza. Si para algunos productos es factible contar con una unidad de medida diferente al de la pieza, como sucede en términos de volumen, la estimación requiere conocer el precio por unidad de volumen demandado. Se utilizará un valor económico de $ 2,5 USD, costo aproximado para la venta de artesanías en las ciudades orientales.

En el caso del presente proyecto, se determinó que en el área a intervenir no existen actividades económicas que involucren la confección de artesanías, por lo tanto, el valor económico de este componente será nulo.

Y_{ar}= USD 00.0

Belleza escénica

Se interpreta como la disposición a pagar un turista por el ingreso al bosque (sea porque el área posee especies protegidas, endémicas, de interés científico, paisaje singular, humedales, etc.). Este valor se reduce en cuanto a belleza escénica en el área de influencia de la Línea de Transmisión, debido a que el área se encuentra muy intervenida, casi sin cobertura natural, por lo que es poco probable que en esta se produzcan réditos económicos por belleza escénica dando un valor final de $0.

Y_{be}= USD 00,0

Regulación Hídrica

Se utilizó como valor económico de la regulación hídrica el promedio de los valores determinados por Torras, (2000) igual a 238 USD/ha y Ruitenbeek (1992) igual a 230 USD/ha, que determinaron por separado el valor económico del servicio ambiental de regulación hídrica, que brinda la vegetación nativa a través de sus estudios de pérdida de la productividad del suelo por la deforestación; en tal virtud, el valor a considerar para el cálculo será de 234 USD/ha. Se ha considerado para el siguiente calculo 8 ha de bosque nativo.

Y_a= 8 x 234 USD **=USD 1872 USD**

Valor Económico Total (VET)

El cálculo del VET del área analizada es el resultado de la sumatoria de los valores económicos por bienes y servicios ambientales individuales, detallados a continuación:

Área total del proyecto	8 ha	
Área basal total por hectárea	15,64 m^2/ha	
Volumen total por hectárea	178,04 m^3/ha	
Volumen comercial por hectárea	118,97 m^3/ha	
Área basal total	166,82 m^2	
Ecosistema único	Ecosistema con características únicas/dentro de áreas intangibles	No
Áreas protegidas (PANE, BP, PFE)	Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE)	No
	Bosque y Vegetación protectores	No
	Patrimonio Forestal del Estado	No
Convenio Socio bosque	Bajo convenio Socio Bosque	No
Aspecto turístico:	Área de Interés Turístico	No

Tabla 5. 22: Resumen de valores de inventario forestal
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Tipo de Valoración	Componente	Referencia	Costo Unitario (USD)	Volumen o área de Cálculo		Valor (USD)
Valoración de bienes Ambientales	Productos maderables y no maderables	Disposición 1ra, AM No. 041	$3,00	1899,09	m^3	5697,27
	Productos medicinales	Rausser & Small (1998)	0	-	ha	0,00
	Plantas Ornamentales	Anexo 1, AM No. 134 (ec. 6.6)	$50,00	0.00	ha	0.00
	Artesanías	Anexo 1, AM No. 134 (ec. 6.7)	$2,50	0.00	ha	0.00
Valoración de servicios ambientales	Almacenamiento y secuestro de carbono	ENF, 2009-2013	$7.90	122,77 Ton.C/ha x 8 ha	ha	7759,06
	Regulación Hídrica	Ruitenbeek (1992)	$234,00	8	ha	1872
	Turismo y recreación	Barrantes *et al.* (2000)	$151,90	0.00	ha	0.00
	Belleza escénica	Baldares *et al.* (1990)	$0	0	ha	0,00
TOTAL						**15328,33**

Tabla 5. 23: Valorización económica de bienes y servicios ambientales
Fuente y elaboración: Equipo consultor

El valor resultante del VET para esta unidad de vegetación aplicando la metodología establecida fue de $ 15328,33 por la afectación de 8 ha, como se puede observar en la tabla anterior los valores más altos están directamente relacionados con los resultados del inventario de recursos forestales realizado (productos maderables y no maderables) 37,17%; y almacenamiento y secuestro de carbono 50,62%. Por otro lado, los servicios ambientales de regulación hídrica 12,21%, también tienen un peso en la valoración, siendo considerados de gran importancia socio ambiental.

Es importante evidenciar el hecho de que es posible analizar el aporte de cada componente al cálculo del VET. Adicionalmente, la metodología planteada está acorde a los criterios bióticos, forestales y de ecología económica, que establecen que, a mayor edad de una formación vegetal, mayor será su abundancia, su área basal aprovechable, su valor de no uso y, por ende, su valoración económica total.

5.3.10. Conclusiones del inventario forestal

En el estudio del componente Flora en los 5 transectos de muestreo se identificó un total de 382 individuos, pertenecientes a 69 especies, 60 géneros y 30 familias; los 5 transectos presentaron una diversidad de especies alta, y una dominancia baja; se obtuvo un volumen total de 178,04 m^3 y un volumen comercial de 118,97 m^3, con un área basal total de 15,64 m^2

En el área del proyecto, en los puntos de muestreo cuantitativo y cualitativo no se registraron especies endémicas, las cuales fueron revisadas según el Libro Rojo de especies Endémicas del Ecuador.

En los puntos de muestreo realizados en el área del proyecto, se registraron especies amenazadas según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) se reportó el 1,45% en categoría NT (Casi amenazada); el 1,45% en categoría VU (Vulnerable); el 60,87% en categoría LC (Preocupación menor), el 36,23% (25 especies) no presentaron ningún grado de vulnerabilidad o amenaza que pueda alterar sus poblaciones

Para la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) se registró a la especie *Cedrela odorata,* en el Apéndice II, esto debió a su alta comercialización, motivo por el cual se ha sobrexplotado sus poblaciones en bosques primarios, colocando en alta vulnerabilidad la subsistencia de esta especie.

Dentro del área del proyecto se reportó dos especies consideradas como sensibles, *Cedrela odorata* y *Bactris setulosa,* debido al riesgo que presentan sus poblaciones, por factores como perdida de su habitad por construcciones de grandes proyectos, como también por la sobre explotación de madera.

La amplia importancia de los bosques amazónicos en general es la diversidad de bienes y servicios que nos pueden ofrecer, ya sean estos productos forestales maderables o no maderables, que son de importancia económica para los pobladores que han compartido a lo largo de su vida y que aun conviven con estos territorios, dándole un valor agregado a cada especie a través de la sabiduría milenaria y la transferencia de conocimiento de generación en generación, destacándose en este estudio una diversidad de especies tanto maderables como no maderables a lo largo y ancho de cada uno de los puntos de muestreo.

El valor resultante del VET para esta unidad de vegetación aplicando la metodología establecida fue de $ 15328,33 por la afectación de 8 ha, donde los valores más altos están corresponden al recurso forestal maderable, con $ 5697,27 y almacenamiento de carbono con 7759,06 representando el 37,17% 50,62% respectivamente del valor total VET.

5.4. BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, A. W. (1980). Biogeografía de América Latina. Washington, DC: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos.
- Álvarez, M. C., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., . . . Villarreal, H. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá: 2a edición. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Cerón C. (2003). Manual de botánica, sistemática, etnobotánica y métodos de estudio en el Ecuador. Herbario Alfredo Paredes métodos de estudio en el

Ecuador. Herbario Alfredo Paredes (QAP, Escuela de Biología de la Universidad Central del (QAP, Escuela de Biología de la U. Particular.
- Cerón, C. (2003). Manual de botánica: sistemática, etnobotánica y métodos de estudio en el Ecuador. Quito: Editorial Universitaria.
- Chao, A. (1984). Nonparametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statics.
- CITES. (2021). Convenio sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre. Recuperado el 12 de 05 de 2019, de https://www.cites.org/esp.
- Escalante. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. Elementos.
- IUCN. (2021). The IUCN Red List of threatened species. Retrieved from https://www.iucnredlist.org/
- Jaeger, R. G. (1994). Muestreo por Transectas. Editorial Universitaria de la Patagonia.
- Jiménez A. (2000). Las Curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos.
- Krebs, C. (1999). Ecological Methodology. 2nd Edition, Benjamin Cummings, Menlo Park, 620 p.
- Laurance et al. (2004). The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. Biological Dynamics of Forest Fragments Project, National Institute for Amazonian Research (INPA) and Smithsonian Tropical Research Institute, C.P. 478, Manaus, AM 69011-970. Brasil: Smithsonian Tropical Research Institute.
- León-Yánez, V. S. (2011). Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador. Quito: Herbario QCA-Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- MAE. (2013). ECOSISTEMAS DEL ECUADOR. Quito: Ministerio del Ambiente.
- Magurran, A. (1987). Ecological diversity and its measurement. Princenton University Press, 177.
- Pielou, E. (1975). Ecological diversity. New York: John Wiley & Sons.
- UICN. (2021). La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2019-1. http://www.iucnredlist.org. http://www.iucnredlist.org.
- Unión internacional para la conservación de la naturaleza y de recursos UICN. (2016, Julio 13). Categorías y criterios de la lista roja de la UICN: iucn.org. Retrieved febrero 09, 2017, from iucn.org.
- Villareal et al. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de investigación. Particular

5.5. ANEXOS

5.5.1. TABLAS INVENTARIO FORESTAL

Ver Anexo 6

5.5.2. ANEXO FOTOGRÁFICO

INVESTIGADOR: Iván Suárez Jácome
LOCALIDAD: Alshi-9 de octubre
CANTON: Macas - Morona Santiago

FOTOGRAFIA N° 1: Estado del area a muestrearse en PF2. **Coordenadas:** 804103/9753826 **Fuente y Fecha:** Iván Suárez (septiembre 2022)	**FOTOGRAFIA N° 2**: Demarcaciòn del area de muestreo cuantitativo en PF2. **Coordenadas:** 804103/9753826 **Fuente y Fecha:** Iván Suárez (septiembre 2022)
FOTOGRAFIA N° 3: Marcaci{on de los individuos forestales. **Coordenadas:** 809922/9756332 **Fuente y Fecha:** Iván Suárez (septiembre 2022)	**FOTOGRAFIA N° 4:** Vista del área a muestrear en PF5. **Coordenadas:** 809922/9756332 **Fuente y Fecha:** Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 5: Asistente comunitario con muestras bot{anicas colectadas para identificación "in situ"
Coordenadas: 899420/9756268
Fuente y Fecha:: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA No 6: Marcación de los árboles para auditorías a posterior.
Coordenadas: 804103/9753826
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 7: PF3 Demarcacion del area a muestreaerse.
Coordenadas: 809922/9756332
Fuente y Fecha:: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 8: apertura de trocha para demarcacion dfe aarea a muestrearse.
Coordenadas: 899420/9756268
Fuente y Fecha:: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA No 9: Toma de datos del DAP en especies arbóreas al interior del área muestreada.
Coordenadas: 809922/9756332
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 10: Medición del DAP en muestreo respectivo
Coordenadas: 804103/9753826
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 11: Limpieza de fustes de árboles para toma de datos del DAP.
Coordenadas: 804103/9753826
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 12: Medición de DAP en especies con raíces "zancudas"
Coordenadas: 809922/9756332
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 13: Colecta de muestras de especies a identificar en caso de duda luego de análisis dendrologico.
Coordenadas: 809922/9756332
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 14*:* Marcación de especies a colectar para determinar taxonomía respectiva.
Coordenadas: 804103/9753826
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 15: Colecta de muestras de especies con ayuda de podadora extensible y/o trepadores.
Coordenadas: 804103/9753826
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 16*:* Muestras colectadas para identificación "in situ" y toma de fotografías.
Coordenadas: 809922/9756332
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 77 **Familia:** Arecaceae **Nombre científico:** Bactris setulosa **Nombre común:** cuchirabo **Coordenadas:** 809388/9756209 **Fuente y Fecha:** Iván Suárez (septiembre 2022)	**FOTOGRAFIA N° 88** **Familia:** Solanaceae **Nombre científico:** *Solanum altissimun* **Nombre común:** S/N **Coordenadas:** 804087/9753701 **Fuente y Fecha:** Iván Suárez (septiembre 2022)
FOTOGRAFIA N° 19 **Familia:** Malvaceae **Nombre científico:** *Heliocarpus americanus* **Nombre común:** balsa blanca **Coordenadas:** 809388/9756209 **Fuente y Fecha:** Iván Suárez (septiembre 2022)	**FOTOGRAFIA N° 20** **Familia**: Rubiaceae **Nombre científico:** *Elaegia sp*. **Nombre común:** lacre **Coordenadas:** 809979/9756322 **Fuente y Fecha:** Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 21
Familia: Euphorbiaceae
Nombre científico: *Alchornea glandulosa*
Nombre común: cebo
Coordenadas: 809388/9756209
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 92
Familia: Moraceae
Nombre científico: *Perebea guianensis*
Nombre común: ardilla caspi
Coordenadas: 809449/9756193
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 23
Familia: Melastomataceae
Nombre científico: *Blakea spruceana*
Nombre común: colca
Coordenadas: 807239/9754868
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 24
Familia: Rubiaceae
Nombre científico: Hoffmannia sp.
Nombre común: S/N
Coordenadas: 804103/9753815
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 25
Familia: Melastomataceae
Nombre científico: *Miconia affinis*
Nombre común: colca-amarillo
Coordenadas: 808258/9754736
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA No 26
Familia: Fabaceae
Nombre científico: *Inga vera*
Nombre común: guabilla
Coordenadas: 809979/9756322
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA No 27
Familia: Poligonaceae
Nombre científico: *Triplaris sp.*
Nombre común: fernan sanchez
Coordenadas: 809388/9756209
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 28
Familia: Arecaceae
Nombre científico: *Dictyocaryum lamarckianum*
Nombre común: bombom
Coordenadas: 804103/9753826
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 29
Familia: Actinidaceae
Nombre científico: *Saurauia prainiana*
Nombre común: S/N
Coordenadas: 809979/9756322
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 30
Familia:
Nombre científico:
Nombre común:
Coordenadas: 809979/9756322
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 31
Familia: Meliaceae
Nombre científico: *Cedrela odorata*
Nombre común: cedro
Coordenadas: 809388/9756209
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

FOTOGRAFIA N° 32
Familia: Cyatheaceae
Nombre científico: *Cyathea lasiosora*
Nombre común: helecho arboreo
Coordenadas: 804087/9753701
Fuente y Fecha: Iván Suárez (septiembre 2022)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO HIDROQUEST

6. ÁREAS DE INFLUENCIA Y ÁREAS SENSIBLES

Preparado por:

HIDROQUEST

Para:

MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA

ENERO 2024

CONTENIDO

6.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREAS DE INFLUENCIA Y ÁREAS SENSIBLES 3

6.1.1. Determinación de Áreas de influencia 3

6.1.2. Área de Influencia Directa 4

6.1.2.1. Componente físico 5

6.1.2.2. Componente biótico 7

6.1.2.3. Componente socioeconómico y cultural 10

6.1.3. Área de Influencia Indirecta 17

6.1.3.1. Componente físico. 17

6.1.3.2. Componente biótico. 20

6.1.3.3. Componente socioeconómico 24

6.1.4. Resumen de Áreas de Influencia 26

6.1.4.1. Componente físico 26

6.1.4.2. Componente biótico 27

6.1.4.3. Componente socioeconómico 28

6.2. Determinación de Áreas Sensibles 29

6.2.1. Componente físico 29

6.2.2. Componente biótico 32

6.2.3. Componente socioeconómico y cultural 34

6.2.4. Resumen de áreas sensibles 38

6.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREAS DE INFLUENCIA Y ÁREAS SENSIBLES

6.1.1. Determinación de Áreas de influencia

Para la determinación del área de influencia directa e indirecta se considera los componentes biótico, abiótico y sociocultural que se localizan dentro del campo de acción de las actividades del proyecto y que se afectarían por los impactos que podrían producirse.

La determinación del área de influencia social se acoge la definición establecida en el Código Orgánico de Ambiente y su Reglamento, así como en el Decreto Ejecutivo 754 de mayo 2023 como normas vigentes.

Conforme el Art. 468 del COA se define área de influencia social:

"a) Área de influencia directa social: Es aquella que se encuentre ubicada en el espacio que resulte de las interacciones directas, de uno o varios elementos del proyecto, obra o actividad, con uno o varios elementos del contexto social y ambiental donde se desarrollará.

La relación directa entre el proyecto, obra o actividad y el entorno social se produce en unidades individuales, tales como fincas, viviendas, predios o territorios legalmente reconocidos y tierras comunitarias de posesión ancestral; y organizaciones sociales de primer y segundo orden, tales como comunas, recintos, barrios asociaciones de organizaciones y comunidades.

b) Área de influencia social indirecta: Espacio socio-institucional que resulta de la relación del proyecto con las unidades político-territoriales donde se desarrolla el proyecto, obra o actividad: parroquia, cantón y/o provincia".

El Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, publicado en el Registro Oficial No. 752, el 12 de junio del 2019, vigente a la fecha, establece para al área de influencia social la siguiente definición:

"Es aquella que se encuentre ubicada en el espacio que resulte de las interacciones directas, de uno o varios elementos del proyecto, obra o actividad, con uno o varios elementos del contexto social y ambiental donde se desarrollará".

La relación directa entre el proyecto, obra o actividad y el entorno social se produce en unidades individuales, tales como fincas, viviendas, predios o territorios legalmente reconocidos; y organizaciones sociales de primer y segundo orden, tales como comunas, recintos, barrios asociaciones de organizaciones y comunidades….."

El Decreto Ejecutivo 754 de 23 de mayo de 2023 Reforma al Reglamento al Código Orgánico de Ambiente establece en sus definiciones:
"Art. 466.- Definiciones. - Para el proceso de participación ciudadana para la consulta ambiental, aplican las siguientes definiciones….

ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA: El área de influencia directa corresponde al espacio, lugar, zona o territorio donde se manifiestan de forma directa los impactos ambientales generados por el desarrollo de las actividades de un proyecto, obra o actividad; esta área está determinada por los componentes: físicos, bióticos y socioculturales. La misma será validada por la autoridad ambiental competente en el ámbito de desarrollo de un proyecto, obra o actividad para limitar su alcance.

ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL DIRECTA: Es el campo social resultado de las interacciones directas entre el contexto social, físico y biótico de la zona donde se desarrollará el proyecto, obra o actividad. y los elementos, infraestructura, actividades o afectaciones derivadas de su ejecución, las cuales serán desarrolladas y precisadas dentro de los instrumentos técnicos ambientales, validados por la Autoridad Ambiental competente. La relación social directa proyecto-entorno social se da en por lo menos dos niveles de integración social: unidades individuales (fincas, viviendas. predios y sus correspondientes propietarios, posesionarios, o habitantes. o territorios de pueblos y nacionalidades indígenas legalmente reconocidos y tierras comunitarias de posesión ancestral): y, organizaciones sociales de hecho o de derecho tales como: caserío, pre cooperativa, cooperativa, recinto, barrio, comuna y comunidad. La identificación de las unidades individuales del Área de Influencia Social Directa se realiza en función de orientar las acciones de indemnización, mientras que la identificación de las organizaciones sociales de primer y segundo orden. que conforman el Área de Influencia Social Directa, se realiza en función de establecer acciones de compensación.

Cuando no se cuente con catastros de predios urbanos y rurales oficializados por la entidad competente, la determinación del área de influencia social directa se hará al menos a nivel de organizaciones sociales de primer y segundo orden. y colectivos titulares de derechos. En los instrumentos técnicos ambientales el operador del proyecto, obra o actividad incluirá la documentación que verifique las gestiones de solicitud de la información catastral y la respuesta otorgada por la entidad del ramo.

ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL INDIRECTA: Espacio socio-institucional que resulta de la relación del proyecto con las unidades político-territoriales donde se desarrolla: parroquia, cantón y/o provincia. El motivo de la relación es el papel del proyecto, obra o actividad en el ordenamiento y desarrollo del sistema social territorial local."

6.1.2. Área de Influencia Directa

El área de influencia directa es el territorio en el que se manifiestan los impactos ambientales directos, es decir aquellos que ocurren en el mismo sitio en el que se produjo la acción generadora del impacto ambiental, y al mismo tiempo, o en tiempo cercano, al momento de la acción que provocó el impacto.

6.1.2.1. Componente físico

Desde el punto de vista físico el área de influencia directa (AID) corresponde a los espacios donde se ubicará la infraestructura, la cual está formada por las obras de captación/interconexión, el derecho de vía de la tubería de conducción, el espacio de la casa de máquinas y la servidumbre para la ubicación de la línea de transmisión.

- **Geología, geomorfología, suelo. -** El AID del proyecto para las fases de construcción, operación y cierre, respecto a geología, geomorfología y suelo, está definida por el espacio ocupado por la infraestructura del proyecto, es decir, el área de implantación de captación/interconexión; suelo del margen derecho del río Upano, donde se dispondría la estructura de conducción (tuberías); sitio de ubicación de la casa de máquinas. Área destinada a la línea de transmisión y a la implementación de vías de acceso.

  Es en estas áreas donde se manifestarán los impactos ambientales directas debido a la remoción de suelo, corte de taludes, movimiento de maquinaria y estabilización. Respecto a cada una de las facilidades se ha definido la siguiente área de influencia directa:

Área o facilidad	AID	Área (ha)
Captación/Interconexión	Área alrededor de la infraestructura	4,38
Derecho de vía de Línea de conducción	25m a cada lado de la tubería de conducción	46,01
Casa de máquinas y descarga	20m alrededor de la Casa de Máquinas	1,64
Línea de transmisión	10m a cada lado de la línea de transmisión (franja de servidumbre)	7,43
Vía de acceso	15 m a cada lado del eje de la vía de acceso	12,73

Tabla 6. 1: área de influencia directa geológica, geomorfológica, suelo
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **Hidrología. -** El AID del proyecto para las fases de construcción, operación y cierre, respecto de la hidrología y calidad del agua superficial, está definida por el criterio de influencia sobre unidades hidrográficas.

  El criterio aplicado corresponde a la influencia del proyecto sobre las unidades hidrográficas que se relacionan con la infraestructura a construirse por esto, desde el punto de vista hídrico, el área de influencia directa corresponde al tramo del río Upano desde la captación hasta la descarga en casa de máquinas. Esta área corresponde a 69,65 hectáreas dentro de las cuales se consideran 0,63 hectáreas junto a la descarga donde se ubicará el punto de monitoreo de calidad de agua.

  Cabe señalar que el estudio hidráulico y modelación adjunto en el Anexo 3 concluye que *"No existe afectación al cauce natural del río Upano por el*

ingreso de los caudales turbinados y las condiciones hidráulicas en el río Upano aguas abajo de la confluencia se mantienen semejantes."

- **Paisaje. -** Se considera el área visual dentro del cual se instalará la infraestructura. Comprende pastizales en su mayoría y áreas de bosque especialmente ubicadas dentro del Bosque Protector Abanico. Corresponde al área de implantación del proyecto correspondiente a 186 hectáreas definidas dentro del certificado de intersección (Anexo 1).

- **Ruido ambiental. -** Se considera área de influencia directa por ruido al área donde se ejecutarán las actividades constructivas: captación/interconexión; suelo del margen derecho del río Upano, donde se dispondría la estructura de conducción (tuberías); sitio de ubicación de la casa de máquinas. Área destinada a la línea de transmisión y a la implementación de vías de acceso de la Casa de Máquinas. En estas áreas se manifestará directamente un impacto por aumento de generación de ruido.

  Respecto a cada una de las facilidades se ha definido la siguiente área de influencia directa de ruido:

Área o facilidad	AID	Área (ha)
Captación/Interconexión	Área alrededor de la infraestructura	4,38
Derecho de vía de Línea de conducción	25m a cada lado de la tubería de conducción	46,01
Casa de máquinas y descarga	20m alrededor de la Casa de Máquinas	1,64
Línea de transmisión	10m a cada lado de la línea de transmisión (franja de servidumbre)	7,43
Vía de acceso	15 m a cada lado del eje de la vía de acceso	12,73

Tabla 6. 2: área de influencia directa ruido
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Durante la fase constructiva, los niveles de ruido generados por la maquinaria de construcción serán relativamente elevados durante las horas de trabajo. Los niveles máximos de ruido dependerán entonces de la cantidad de maquinaria que trabaje simultáneamente. Durante esta etapa, se generarán impactos por ruido, debido a las actividades de movimiento de suelos e implementación de infraestructura. El ruido generado durante las actividades de construcción está dominado por la utilización de maquinaria pesada, así como el tránsito simultáneo de volquetas u otros vehículos pesados, el nivel estimado de ruido generado corresponde a 88 dB(A), tomado de los niveles máximos de emisión establecidos en el Anexo 5, Tabla 2: "Niveles Máximos de Emisión para Fuentes Móviles de Ruido", del Acuerdo Ministerial 097-A.

Durante la fase operativa se generarán impactos al nivel de ruido puntualmente en Casa de Máquinas el mismo que será monitoreado permanentemente acorde al Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental

de la fase operativa. Por lo cual el área de influencia directa por ruido durante la operación corresponde al área de implantación de la Casa de Máquinas.

6.1.2.2. Componente biótico

Desde el punto de vista biótico el área de influencia directa (AID) se determina en función de los siguientes criterios:

- **Ecosistema vegetación (Flora). -** El AID del proyecto para las fases de construcción, operación y cierre, respecto al componente biótico de ecosistema y vegetación está definida por el espacio ocupado por la implantación de la infraestructura, es decir, el área asociada a la construcción de las obras (interconexión, conducción, casa de máquinas, línea de transmisión, vía de acceso) en donde existirá remoción, corte o poda de cobertura vegetal para las actividades constructivas.

  Respecto a cada una de las facilidades se ha definido la siguiente área de influencia directa para flora:

Área o facilidad	AID	Área (ha)
Captación/Interconexión	Área alrededor de la infraestructura	4,38
Derecho de vía de Línea de conducción	25m a cada lado de la tubería de conducción	46,01
Casa de máquinas y descarga	20m alrededor de la Casa de Máquinas	1,64
Línea de transmisión	10m a cada lado de la línea de transmisión (franja de servidumbre)	7,43
Vía de acceso	15 m a cada lado del eje de la vía de acceso	12,73

Tabla 6. 3: área de influencia directa flora
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **Fauna terrestre. -** Cada especie animal presenta sus propias características y por ende distintas reacciones ante el ruido, lo que hace muy complejo generalizar la aplicación de un nivel de generación de ruido para todas las especies (SAG, 2012).

  El Ecuador no cuenta con normativa relacionada al impacto del ruido sobre la fauna terrestre, sin embargo, para el presente estudio se ha utilizado el informe técnico Efectos of Noise on Wildlife and Other Animals, 1971, United States Enviromental Protection Agengy (EPA) donde se establece como referencia un máximo de 85 db para no generar efectos sobre la fauna silvestre.

  Dentro de los efectos que puede ocasionar el ruido en la fauna terrestre son:
  - Dificultad de escuchar señales o ruidos de otros animales

- Efectos fisiológicos no auditivos (aumento de pulso cardíaco y respiración, reacción de estrés).
- Efectos de comportamiento (abandono de territorio, pérdida reproductiva)

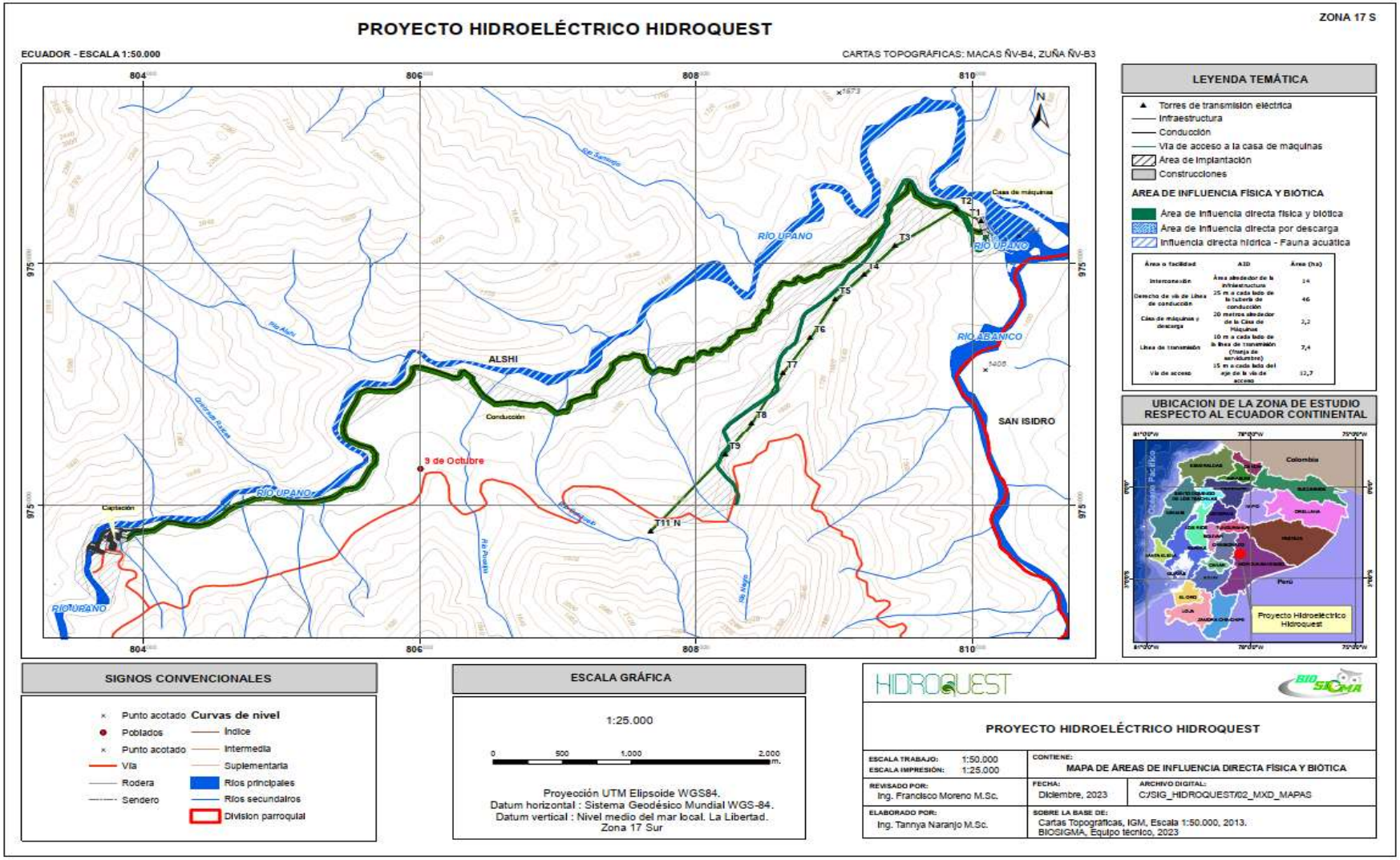
De acuerdo con este contexto, el área de influencia directa para el componente fauna terrestre, considera lo establecido para ruido ambiental, donde se determina que la principal fuente de ruido durante las actividades del proyecto es la utilización de equipos y maquinarias que formarán parte de las actividades de construcción, y puntualmente en la fase de operación en el área de Casa de Máquinas.

Por tanto, el AID de fauna terrestre, corresponde al área asociada del área de construcción de las obras (captación/interconexión, conducción, casa de máquinas, línea de transmisión, vía de acceso) en donde debido a la remoción de cobertura vegetal, movimiento de maquinaria y personal, se producirá el alejamiento de especies de fauna terrestre y afectación a la herpetofauna.

Área o facilidad	AID	Área (ha)
Captación/Interconexión	Área alrededor de la infraestructura	4,38
Derecho de vía de Línea de conducción	25m a cada lado de la tubería de conducción	46,01
Casa de máquinas y descarga	20m alrededor de la Casa de Máquinas	1,64
Línea de transmisión	10m a cada lado de la línea de transmisión (franja de servidumbre)	7,43
Vía de acceso	15 m a cada lado del eje de la vía de acceso	12,73

Tabla 6. 4: área de influencia directa fauna terrestre
Fuente y elaboración: Equipo consultor

- **Fauna acuática**. - El AID del proyecto para las fases de construcción, operación y cierre, respecto del subcomponente biótico fauna acuática, está definida por el criterio de influencia hidrológico analizado dentro del componente, por tanto, corresponde al segmento del río Upano desde la captación/interconexión hasta el sitio de restitución (descarga) en donde posiblemente se evidencie impactos en la fauna acuática debido a las actividades constructivas y operativas del proyecto. Comprende 69,65 hectáreas desde el sitio de interconexión hasta la casa de máquinas de Hidroquest dentro de las cuales se consideran 0,63 hectáreas junto a la descarga donde se ubicará el punto de monitoreo de calidad de agua desde el punto de vista biótico.



Mapa 6. 1: Mapa de Área de influencia directa física y biótica
Fuente y elaboración: Equipo consultor

6.1.2.3. Componente socioeconómico y cultural

Se acoge el concepto de área de influencia directa para el componente socioeconómico, señalado en el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, publicado en el Registro Oficial No. 752, el 12 de junio del 2019, vigente a la fecha, cuya definición es la siguiente:

"Es aquella que se encuentre ubicada en el espacio que resulte de las interacciones directas, de uno o varios elementos del proyecto, obra o actividad, con uno o varios elementos del contexto social y ambiental donde se desarrollará".

La relación directa entre el proyecto, obra o actividad y el entorno social se produce en unidades individuales, tales como fincas, viviendas, predios o territorios legalmente reconocidos; y organizaciones sociales de primer y segundo orden, tales como comunas, recintos, barrios asociaciones de organizaciones y comunidades….."

En cuanto al AIDS (Área de influencia directa social), por definición se da en por lo menos dos niveles de integración social: unidades individuales (fincas, viviendas y sus correspondientes propietarios) y organizaciones sociales de primer y segundo orden (Comunidades, recintos, barrios y asociaciones de organizaciones).

En este contexto el área de influencia social directa se considera a los propietarios de las fincas donde se implantará cada una de las facilidades del proyecto. Cabe señalar que HIDROQUEST ha decidido adquirir las zonas donde se implantará la infraestructura del proyecto por lo cual la propiedad de dichas áreas serán de la empresa una vez se concrete las negociaciones respectivas.

A continuación, se describe los propietarios de las áreas por las que atraviesa el proyecto:

CÓDIGO	PROPIETARIO	TÍTULO DE PROPIEDAD (SI - NO - TRÁMITE)	HEREDEROS	OBSERVACIONES
1	Rocío Gimena Chacha Paguay	SI	N/A	Propiedad adquirida por HQ
2	Angelita Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
3	Raúl Elías Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
4	William Chacha	Si	N/A	En negociación
5	Ángel Eulogio Chacha Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
6	Claudia Chacha Chacha,	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
7	René Germán Chacha Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
8	Lilian Marisol Chacha Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
9	Lucio Edison Chacha Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
10	Ulbio Ramiro Chacha Castro	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
11	Josefina Vinza	si	Si	En negociación
12	Julio Barba	Si	N/A	Propiedad adquirida por HQ
13	Ángel Rafael Arteaga	No	N/A	En negociación
14	Carmita Chacha	No	N/A	En negociación
15	Jaime Vinza	No	N/A	En negociación
16	Agustín Vinza	No	N/A	En negociación

CÓDIGO	PROPIETARIO	TÍTULO DE PROPIEDAD (SI - NO - TRÁMITE)	HEREDEROS	OBSERVACIONES
17	Darwin Vinza	No	N/A	En negociación
18	Jesús Vinza	si	N/A	En negociación
19	Víctor Chucay	No	N/A	En negociación
20	Mario Patricio Chacha	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
21	Raúl Cabrera	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
22	Milton Cabrera	No	N/A	En negociación
23	Francisco Vinza	si	N/A	En negociación
24	Miguel Vinza	No	N/A	En negociación
25	Zoila Chacha	No	N/A	En negociación
26	Julio Barba	si	N/A	Propiedad adquirida por HQ
27	Silvana Barba	no	N/A	Propiedad adquirida por HQ
18	Lourdes Chucay	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
29	Rita Vinza	No	N/A	En negociación
30	Miguel Vinza	No	N/A	En negociación
31	Leonardo Vinza y María Barba	No	N/A	En negociación
32	Rafael Chacha	Si	N/A	En negociación
33	Nancy Molina	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ

Tabla 6. 5: Propietarios, tenencia de la tierra línea de conducción
Fuente y elaboración: HIDROQUEST

	PROPIETARIO	TÍTULO DE PROPIEDAD (SI - NO - TRÁMITE)	HEREDEROS	OBSERVACIONES
1	Mario Salvador Entzacua Chapaiqui	Si	N/A	Propiedad adquirida por HQ

Tabla 6. 6: Propietarios, tenencia de la tierra Casa de Máquinas
Fuente y elaboración: HIDROQUEST

	PROPIETARIO	TÍTULO DE PROPIEDAD (SI - NO - TRÁMITE)	HEREDEROS	OBSERVACIONES
1	Mario Salvador Entzacua Chapaiqui	Si	N/A	Propiedad adquirida por HQ
2	Nancy Molina	No	N/A	Propiedad adquirida por HQ
3	Rafael Chacha	Si	N/A	En negociación
4	Fabiola Abril	Si	N/A	En negociación
5	Jimmy Chacha	No	N/A	En negociación
6	Abdón Chacha	No	N/A	En negociación
7	Jimmy Chacha	No	N/A	En negociación
8	Francisco Vinza	No	N/A	En negociación

Tabla 6. 7: Propietarios, tenencia de la tierra LT/Vía
Fuente y elaboración: HIDROQUEST

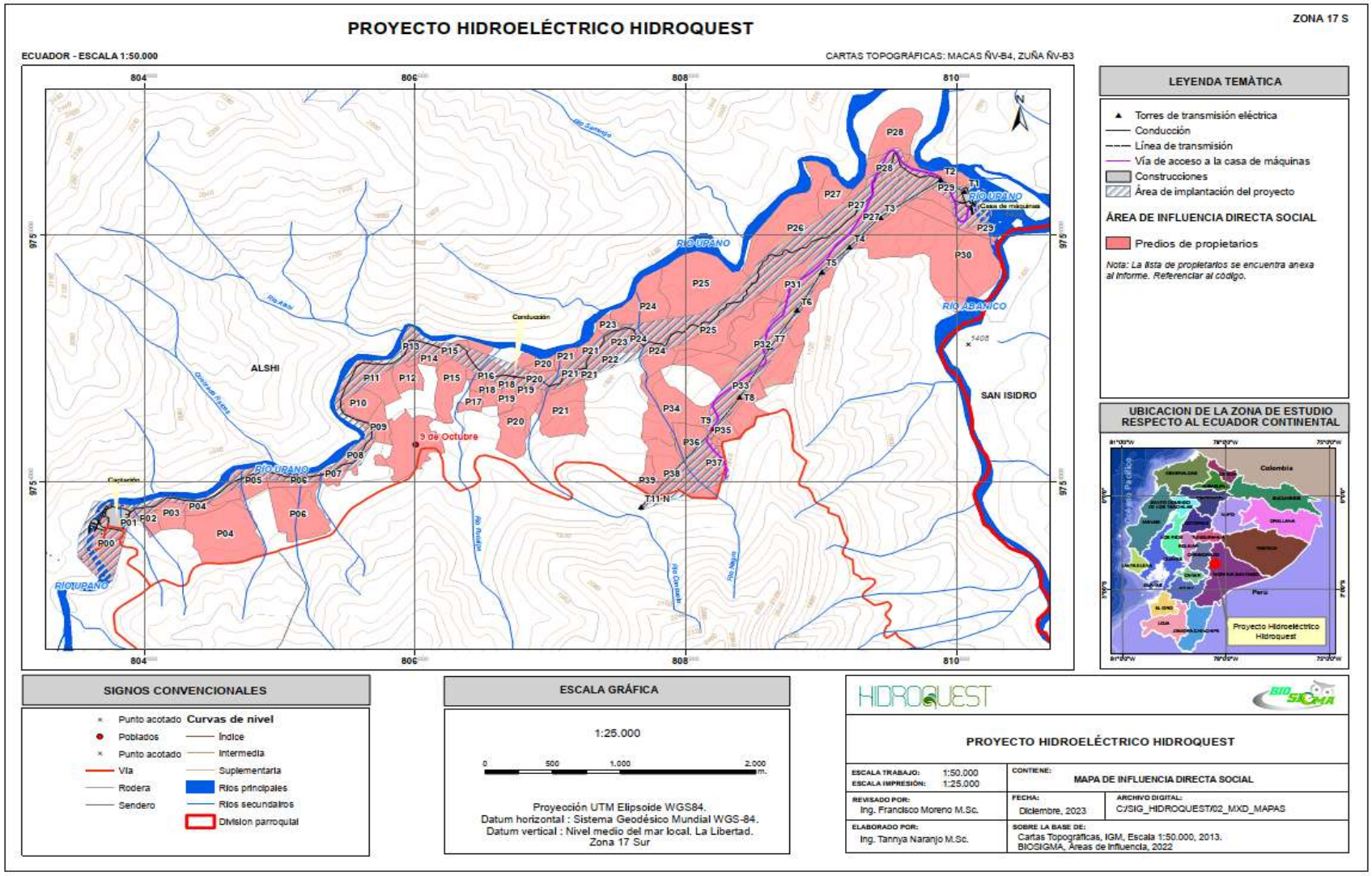
En cuanto a organizaciones comunitarias se considera a la cabecera parroquial de Alshi/9 de Octubre a través de su órgano de representación, la Junta Parroquial, ya que son los órganos de representación de elección directa.

Con respecto al componente cultural, se considera área de influencia directa los 2 sitios arqueológicos identificados en el estudio respectivo que serán objeto de

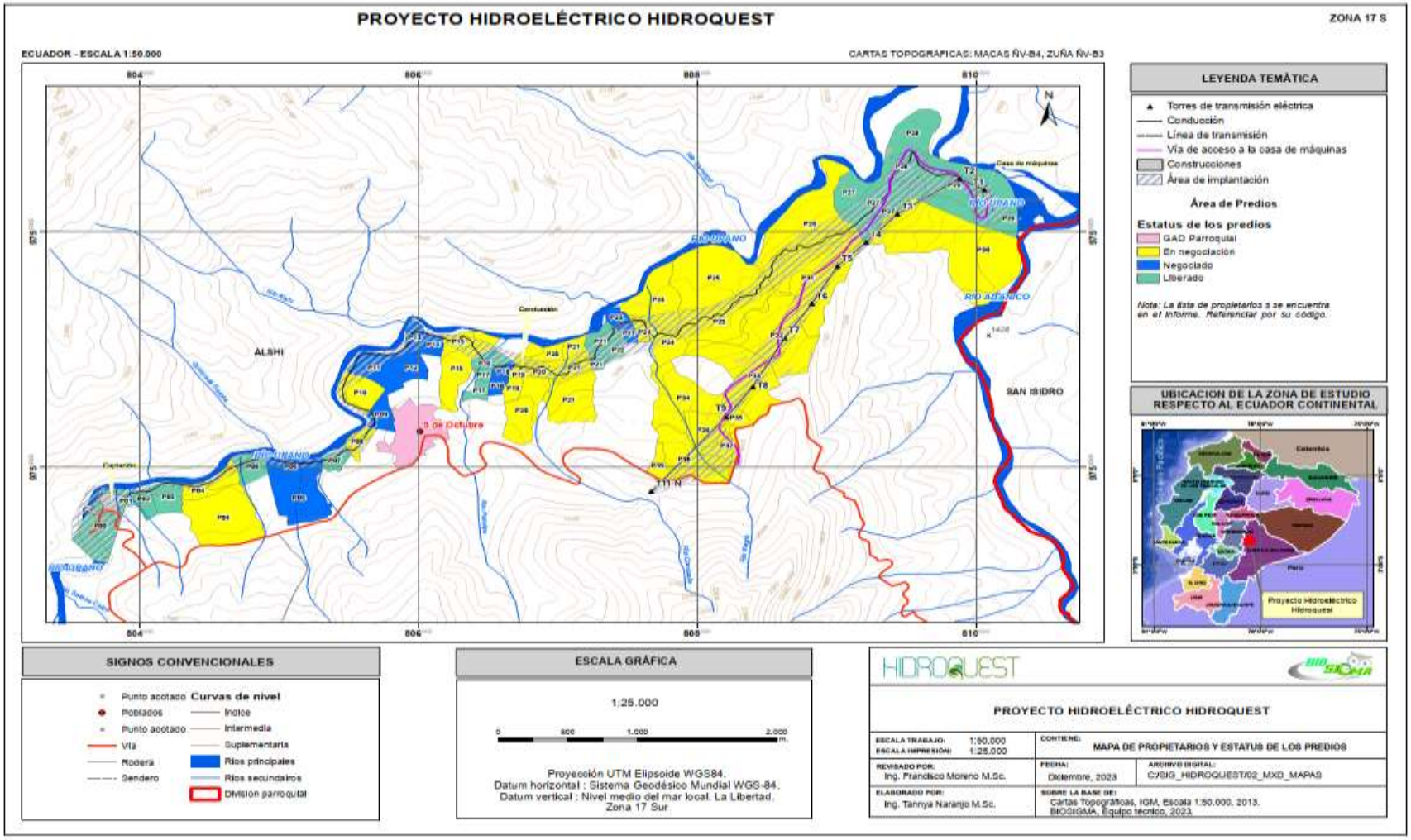
acciones específicas durante la construcción conforme el informe arqueológico realizado.

Componente socioeconómico y cultural	**Propietario de los terrenos y sus usos. -** donde se implementarán las estructuras del proyecto hidroeléctrico: captación/interconexión, conducción, casa de máquinas, línea de transmisión, vía de acceso. Cabe señalar que HIDROQUEST se encuentra realizando las negociaciones respectivas para adquirir las áreas de implantación de la infraestructura.
	Organizaciones sociales. - En cuanto a organizaciones comunitarias se considera a la cabecera parroquial de Alshi/9de Octubre a través de su órgano de representación, la Junta Parroquial.
	Arqueología. - Corresponde a los 2 sitios arqueológicos identificados en el estudio técnico realizado para el proyecto.

Tabla 6. 8: Área de influencia directa socioeconómica y cultural
Fuente y elaboración: Equipo consultor



Mapa 6. 2: Mapa de Área de influencia directa social
Fuente y elaboración: Equipo consultor



Mapa 6. 3: Mapa de Propietarios
Fuente: Relaciones Comunitarias HIDROQUEST
Elaboración: Equipo consultor

N°	Propietario	Area Total (Ha)	Franja Interés (Ha)	Segmento	PK Inicial	PK Final	Estatus
P1	Rocío Gimena Chacha Paguay	0,92	0,92	Conducción	0+000	0+050	
P2	Angelita Chacha	3,37	3,37	Conducción	0+050	0+250	
P3	Raul Elías Chacha	5,35	5,35	Conducción	0+250	0+500	
P4	Wiliam Chacha	26,99	5,75	Conducción	0+500	0+900	
P5	Lucio Chacha (+ herederos)	5,05	5,05	Conducción	0+900	1+150	
P6	Josefina Vinza	19,4	4,62	Conducción	1+150	1+550	
P7	Julio Barba	2,76	2,21	Conducción	1+550	1+800	
P8	Angel Rafael Arteaga	2,99	2,99	Conducción	1+800	2+050	
P9	Carmita Chacha	4,54	1,69	Conducción	2+050	2+200	
P10	Jaime Vinza	7,35	4,49	Conducción	2+200	2+680	
P11	Josefina Vinza	8,59	4,45	Conducción	2+680	3+100	
P12	Agusto Alcides Vinza	4,51	0,73	Conducción	3+100	3+190	
P13	Darwin Santiago Vinza	3,59	3,59	Conducción	3+190	3+400	
P14	Manuel Jesús Vinza	2,61	2,61	Conducción	3+400	3+550	
P15	Víctor Chucay	14,52	6,54	Conducción	3+550	3+950	
P16	Mario Patricio Chacha	3,38	3,38	Conducción	3+950	4+100	
P17	Raúl Cabrera	3,26	1,10	Conducción	3+950	4+100	
P18	Milton Cabrera	3,41	1,71	Conducción	4+100	4+250	
P19	Francisco Vinza	5,09	1,07	Conducción	4+250	4+320	
P20	Miguel Ángel Vinza	17,05	2,98	Conducción	4+320	4+560	
P21	Zoila Chacha	19,67	4,40	Conducción	4+560	4+860	
P22	Lourdes Chucay	5,60	5,60	Conducción	4+860	5+250	
P23	Rita Vinza	3,82	3,82	Conducción	5+250	5+370	
P24	Miguel Ángel Vinza	22,77	9,24	Conducción	5+370	-	
P25	Leonardo Vinza	44,18	17,06	Conducción	-	6+750	
P26	Rafael Chacha	55,96	29,25	Conducción	6+750	7+650	
P27	Nancy Molina	18,30	7,25	Conducción	7+650	8+150	
P28	Mario Entzacua 1	16,97	6,70	Conducción	8+150	8+600	
P29	Mario Entzacua 2	32,27	22,40	Casa de Máquinas	8+600	9+150	
P30	Maria Chimbolema			LT/Vía acceso			
P31	Rafael Chacha			LT/Vía acceso			
P32	Fabiola Abril			LT/Vía acceso			
P33	Abdón Chacha			LT/Vía acceso			
P34	Margarita Vinza			LT/Vía acceso			
P35	Eduardo Galarza			LT/Vía acceso			
P36	Jimmy Chacha			LT/Vía acceso			
P37	Francisco Vinza			LT/Vía acceso			
P38	Galo Chacha			LT/Vía acceso			

N°	Propietario	Area Total (Ha)	Franja Interés (Ha)	Segmento	PK Inicial	PK Final	Estatus
P39	Rafael Chacha			LT/Vía acceso			
P40				LT/Vía acceso			
TOTAL		**364,27**	**170,32**				

LIBERADO
NEGOCIADO
EN NEGOCIACION

Tabla 6. 9: estatus de la tenencia de la tierra para las obras asociadas a Hidroquest
Fuente y elaboración: HIDROQUEST

6.1.3. Área de Influencia Indirecta

El área de influencia indirecta es el territorio en el que se manifiestan los impactos ambientales indirectos –o inducidos-, es decir aquellos que ocurren en un sitio diferente a donde se produjo la acción generadora del impacto ambiental, y en un tiempo diferido con relación al momento en que ocurrió la acción provocadora del impacto ambiental.

6.1.3.1. Componente físico.

Dadas las características del proyecto y de las áreas donde se va a implementar, se consideran como área de influencia indirecta las zonas aledañas a la infraestructura a instalarse considerando las condiciones topográficas.

- **Geología, geomorfología, suelo. -** Se considera área de influencia indirecta al polígono correspondiente a la delimitación del área geográfica del proyecto que corresponde a 352,64 hectáreas alrededor de la infraestructura del proyecto.

  Con respecto a la LT no se considera un área de influencia indirecta desde el punto de vista físico debido a las características de una LT ya que no existirá remoción de suelo adicional a los puntos de implantación de las torres de transmisión, sin embargo por su condición de infraestructura cercana a la vía de acceso se la incluye dentro del mapa respectivo.

- **Hidrología. -** En cuanto al componente hídrico el área de influencia indirecta corresponde a la misma del área de influencia directa ya que es en donde se podría manifestar una posible incidencia en la calidad de agua. Esta área corresponde a 69,65 hectáreas.

  Cabe señalar que el estudio hidráulico y modelación adjunto en el Anexo 3 concluye que *"No existe afectación al cauce natural del río Upano por el ingreso de los caudales turbinados y las condiciones hidráulicas en el río Upano aguas abajo de la confluencia se mantienen semejantes."*

- **Paisaje. -** Se considera el área visual geográfica dentro del cual se instalará la infraestructura, es decir un polígono de 352,64 hectáreas alrededor de la infraestructura. Comprende pastizales en su mayoría y áreas de bosque especialmente ubicadas dentro del Bosque Protector Abanico.

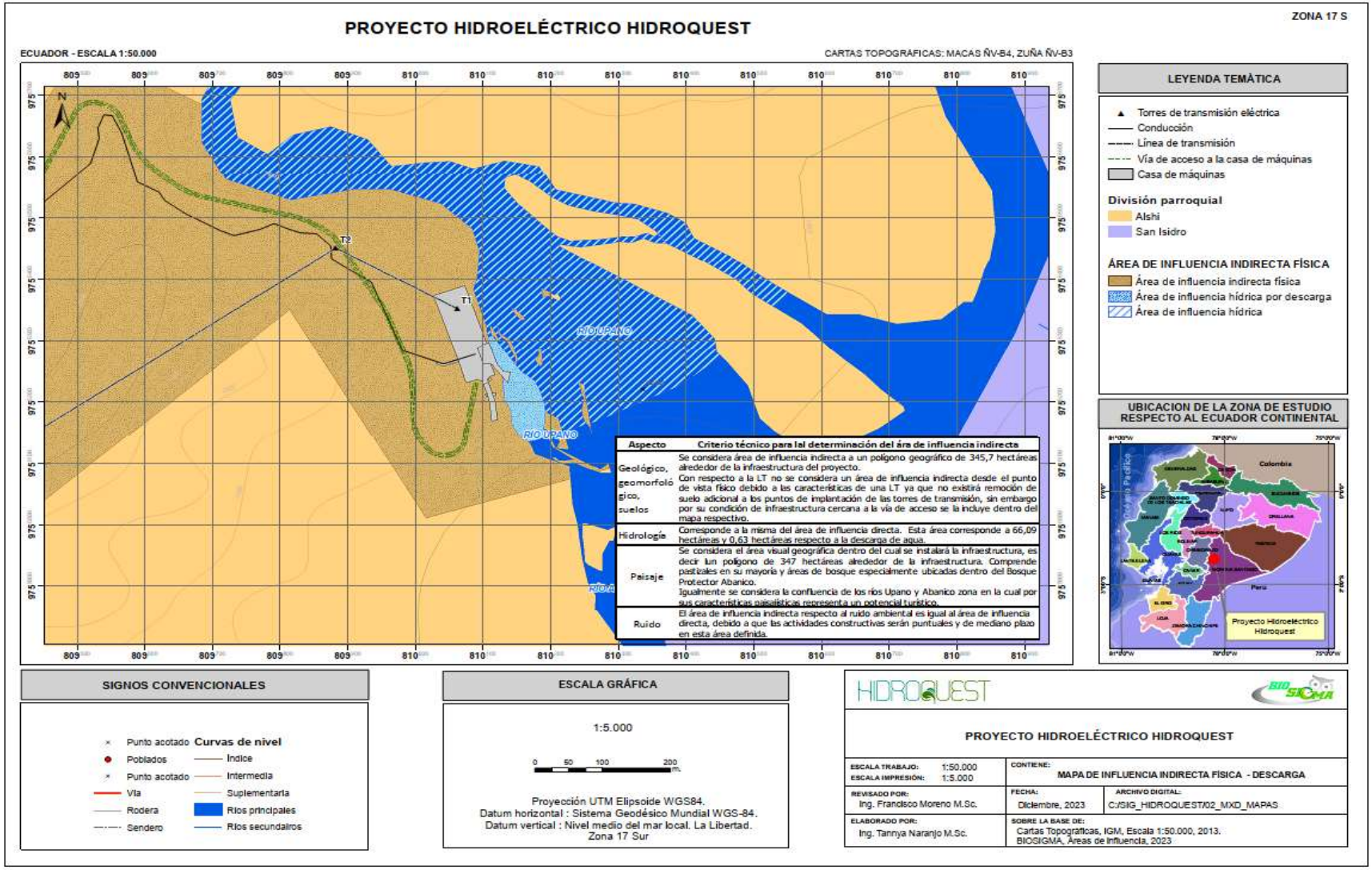
  Igualmente se considera la confluencia de los ríos Upano y Abanico zona en la cual por sus características paisajísticas representa un potencial turístico.

  Cabe señalar que el estudio hidráulico y modelación adjunto en el Anexo 3 concluye que *"No existe afectación al cauce natural del río Upano por el ingreso de los caudales turbinados y las condiciones hidráulicas en el río Upano aguas abajo de la confluencia se mantienen semejantes."*

- **Ruido ambiental. -** El área de influencia indirecta respecto al ruido ambiental es igual al área de influencia directa, debido a que las actividades constructivas serán puntuales y de mediano plazo en esta área definida.

Área o facilidad	AID	Área (ha)
Captación/Interconexión	Área alrededor de la infraestructura	4,38
Derecho de vía de Línea de conducción	25m a cada lado de la tubería de conducción	46,01
Casa de máquinas y descarga	20m alrededor de la Casa de Máquinas	1,64
Línea de transmisión	10m a cada lado de la línea de transmisión (franja de servidumbre)	7,43
Vía de acceso	15 m a cada lado del eje de la vía de acceso	12,73

Tabla 6. 10: Área de influencia indirecta ruido
Fuente y elaboración: Equipo consultor



Mapa 6. 4: Área de influencia indirecta física
Fuente y elaboración: Equipo consultor

6.1.3.2. Componente biótico.

Se considera como AII aquellas zonas alrededor del área de influencia directa en donde se podrían evidenciar impactos de tipo indirecto por las actividades del proyecto. Estas zonas pueden definirse como zonas de amortiguamiento con un radio de acción determinado, y su tamaño puede depender de la magnitud del impacto y el componente afectado.

El criterio para la definición del AII desde el punto de vista biótico se basa en la distancia del "efecto borde" que varía en función de factores como: tipo de vegetación nativa, especies dominantes en el borde, área del fragmento, orientación, posición topográfica, nivel de perturbación, altitud, precipitación y fertilidad del suelo (Becerril, 2005). La intensidad del efecto borde es medida en función de la distancia que penetran hacia el bosque tanto los cambios ambientales como bióticos, por lo que, dependiendo de la resiliencia y perturbación del sitio, el borde puede moverse y extenderse (Kapos, 1998; Williams-Linera, 1993; Murcia, 1995).

- **Ecosistema vegetación (Flora). -** El AII respecto a la vegetación se presenta cuando un ecosistema es fragmentado y se cambian las condiciones bióticas y abióticas de los fragmentos y de la matriz circundante (Kattan, 2002). Conforme bibliografía revisada (Broadbent et al, (2018), la creación de un borde puede alterar el interior del bosque en cuanto a su estructura, mortalidad de las especies, cambio en la estructura microclimática (temperatura, humedad, etc.) e impactos sobre la biodiversidad.

  De igual manera se estima que las mortalidades de árboles por efectos significativos de borde pueden alcanzar una distancia de 300 m, siendo reemplazados por especies pioneras, disminuyendo la biomasa forestal y el área basal (Harper et al, 2005, Laurance et al, 2000, Laurance et al, 2006, citados en Broadbent et al, 2008).

  La mayoría de las áreas a intervenir se encuentran en áreas intervenidas, pastizales, potreros, bosque intervenido o medianamente intervenido dentro del Bosque Protector Abanico, la creación de nuevos bordes y el impacto sobre el suelo será bajo durante las fases de construcción, operación y cierre.

  Por lo antes mencionado, el AII para la vegetación comprenderá a aquellas poblaciones de plantas cercanas al espacio físico ocupado por la implantación de la infraestructura del proyecto, esto es una franja de 300 metros a partir de la zona de implantación de las facilidades del proyecto.

- **Fauna terrestre. -** Como consecuencia del efecto de borde se modifica la distribución y abundancia de las especies, cambiando la estructura de la vegetación y, por tanto, la oferta de alimento para la fauna. Estos cambios afectan ante todo las especies del interior del ecosistema que ha sido fragmentado, ya que pueden ser desplazadas por las especies de espacios abiertos, que encuentran en el nuevo hábitat condiciones más favorables para

su supervivencia y reproducción. El efecto que se produce por la fragmentación del hábitat es la introducción de especies de borde o generalistas en los hábitats de bosque; las especies que tienen capacidades buenas de dispersión, capaces de invadir y colonizar hábitats alterados son atraídas a los bordes y pueden penetrar al interior. Las especies de borde se sienten atraídas a estos nuevos hábitats y muchas de ellas son depredadoras de huevos o de pichones o parásitos de nidos, lo que reduce el éxito reproductivo de las especies de interior (Goosem, 1997).

Para las aves, según investigaciones sobre el efecto de borde relacionado con el ruido antropogénico, este se ha asociado con densidades reducidas de algunas especies de aves, las distancias asociadas con los efectos del ruido varían con la especie, pero puede extenderse hasta 300 m (Van der Zande et al, 1980; Reijnen et al, 1995, 1996; Canaday y Rivadeneyra, 2001. Según lo reportado por Goosem (1997), el efecto de borde puede penetrar dentro del bosque hasta 50 m para aves, y en otros estudios se señala que el efecto de borde para las aves y los insectos Goosem (1997) puede alcanzar hasta 300 m (Dajoz Roger, 2001).

Para la mastofauna, según resultados de investigaciones realizadas por Boada et al., en el 2010, se definió una distancia de 0 a 450 m como intervalo en cual el efecto de borde influye en la comunidad de mamíferos voladores.

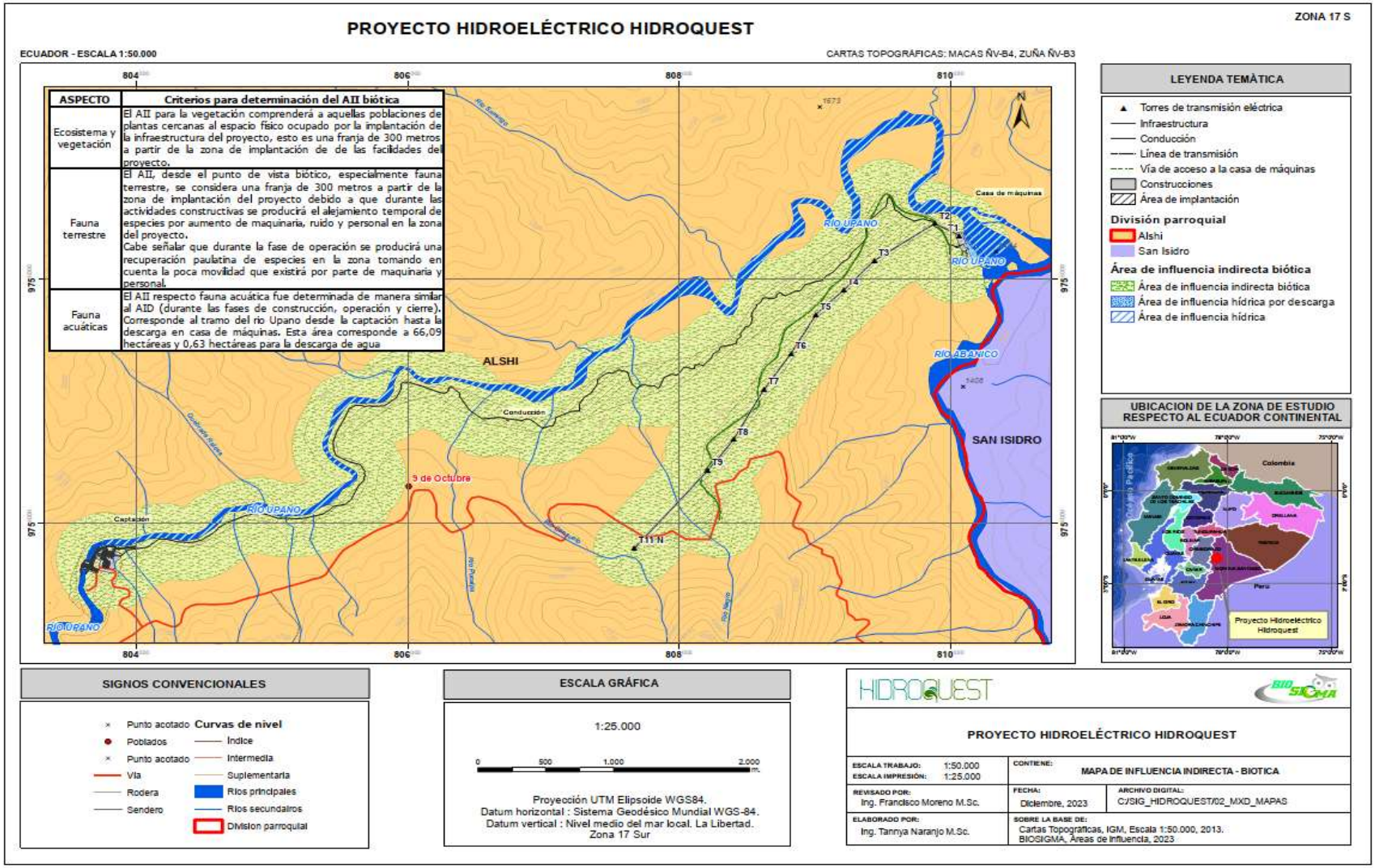
Para la herpetofauna muestran que las comunidades tanto de anfibios y reptiles presentan importantes cambios en la riqueza de especies y estructura de la comunidad de estos grupos (Bustamante 2010). Sin embargo, debido a las condiciones donde se implanta el proyecto en donde la mayoría de las áreas a intervenir se encuentran en áreas intervenidas, pastizales, potreros, bosque intervenido o medianamente intrevenido dentro del Bosque Protector Abanico, la creación de nuevos bordes y el impacto sobre el suelo será bajo durante las fases de construcción, operación y cierre.

Por lo antes mencionado, el AII, desde el punto de vista biótico, especialmente fauna terrestre, se considera una franja de 300 metros a partir de la zona de implantación del proyecto debido a que durante las actividades constructivas se producirá el alejamiento temporal de especies por aumento de maquinaria, ruido y personal en la zona del proyecto.

Cabe señalar que durante la fase de operación se producirá una recuperación paulatina de especies en la zona tomando en cuenta la poca movilidad que existirá por parte de maquinaria y personal.

- **Fauna acuática**. - El AII respecto fauna acuática fue determinada de manera similar al AII Hidrológico (durante las fases de construcción, operación y cierre). El criterio aplicado corresponde a la influencia del proyecto sobre las unidades hidrográficas que se relacionan con la infraestructura a construirse por esto, desde el punto de vista hídrico, el área de influencia indirecta

corresponde al tramo del rio Upano desde la captación hasta la descarga en casa de máquinas. Esta área corresponde a 69,65 hectáreas.

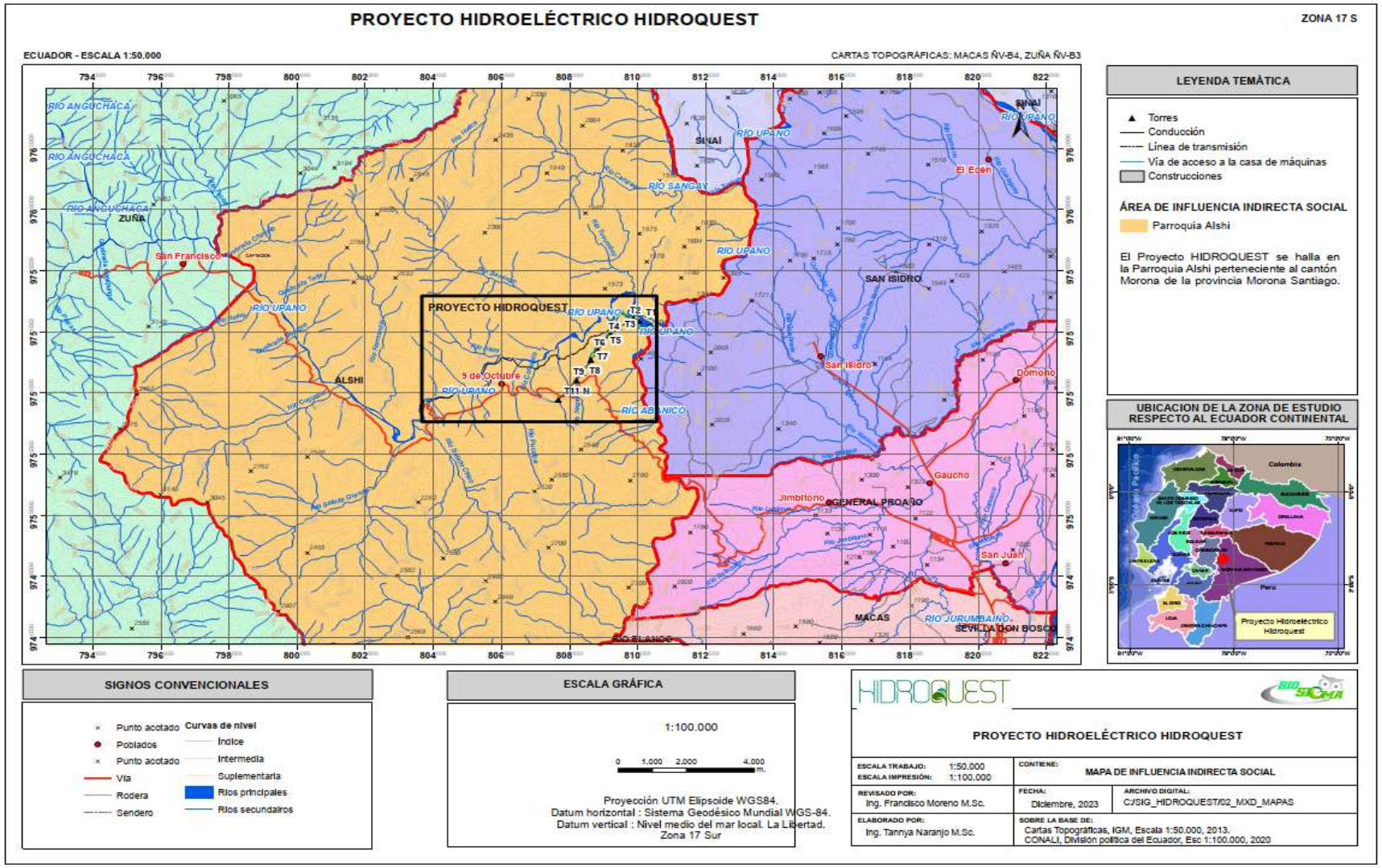


Mapa 6. 5: Mapa de Área de influencia indirecta biótica
Fuente y elaboración: Equipo consultor

6.1.3.3. Componente socioeconómico

Desde el punto de vista social el AIIS (Área de influencia social indirecta), conforme definición es el espacio socio institucional que resulta de la relación del proyecto con las unidades político-territoriales donde se desarrolla. El motivo de la relación es el papel del proyecto y/o actividad en el ordenamiento del territorio local.

En este contexto el área de influencia social indirecta (AISI) constituye la Parroquia Alshi/9 de octubre como unidad político territorial donde se asienta el proyecto y en donde existirá una relación permanente con la comunidad considerando parámetros de posibilidad de transporte de materiales y equipos, trabajo temporal, adquisición de servicios para la construcción y operación del proyecto.



Mapa 6. 6: Mapa de área de influencia indirecta social
Fuente y elaboración: Equipo consultor

6.1.4. Resumen de Áreas de Influencia

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las áreas de influencia directa e indirecta determinadas para el proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST:

6.1.4.1. Componente físico

<table>
<tr><th>ASPECTO</th><th>AID</th><th>AII</th></tr>
<tr><td>Geología, geomorfología, suelo</td><td>Corresponde a las áreas de captación/interconexión; suelo del margen derecho del río Upano, donde se dispondría la estructura de conducción (tuberías); sitio de ubicación de la casa de máquinas. Área destinada a la línea de transmisión y a la implementación de via de acceso.

<table>
<tr><th>Área o facilidad</th><th>AID</th><th>Área (ha)</th></tr>
<tr><td>Captación/ Interconexión</td><td>Área alrededor de la infraestructura</td><td>4,38</td></tr>
<tr><td>Derecho de vía de Línea de conducción</td><td>25m a cada lado de la tubería de conducción</td><td>46,01</td></tr>
<tr><td>Casa de máquinas y descarga</td><td>20m alrededor de la Casa de Máquinas</td><td>1,64</td></tr>
<tr><td>Línea de transmisión</td><td>10m a cada lado de la línea de transmisión (franja de servidumbre)</td><td>7,43</td></tr>
<tr><td>Vía de acceso</td><td>15 m a cada lado del eje de la vía de acceso</td><td>12,73</td></tr>
</table></td><td>Se considera área de influencia indirecta a un polígono geográfico de 352,64 hectáreas alrededor de la infraestructura del proyecto.

Con respecto a la LT no se considera un área de influencia indirecta desde el punto de vista físico debido a las características de una LT ya que no existirá remoción de suelo adicional a los puntos de implantación de las torres de transmisión, sin embargo por su condición de infraestructura cercana a la vía de acceso se la incluye dentro del mapa respectivo.</td></tr>
<tr><td>Hidrología</td><td>Corresponde al tramo del rio Upano desde la captación/interconexión hasta la descarga en casa de máquinas. Corresponde a 69,65 hectáreas y 0,63 hectáreas respecto a la descarga de agua</td><td>Corresponde a la misma del área de influencia directa. Esta área corresponde a 69,65 hectáreas y 0,63 hectáreas respecto a la descarga de agua</td></tr>
<tr><td>Paisaje</td><td>Se considera el área visual dentro del cual se instalará la infraestructura. Comprende pastizales en su mayoría y áreas de bosque especialmente ubicadas dentro del Bosque Protector Abanico. Corresponde al área de implantación del proyecto correspondiente a 186 hectáreas definidas dentro del certificado de intersección (Anexo 1)</td><td>Se considera el área visual geográfica dentro del cual se instalará la infraestructura, es decir un polígono de 352,64 hectáreas alrededor de la infraestructura. Comprende pastizales en su mayoría y áreas de bosque especialmente ubicadas dentro del Bosque Protector Abanico.

Igualmente se considera la confluencia de los ríos Upano y Abanico zona en la cual por sus características paisajísticas representa un potencial turístico.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>ASPECTO</th><th>AID</th><th>AII</th></tr>
<tr><td>Ruido</td><td>Se considera área de influencia directa por ruido al área donde se ejecutarán las actividades constructivas: captación/interconexión; suelo del margen derecho del rio Upano, donde se dispondría la estructura de conducción (tuberías); sitio de ubicación de la casa de máquinas. Área destinada a la línea de transmisión y a la implementación de via de acceso de la Casa de Máquinas.

<table>
<tr><th>Área o facilidad</th><th>AID</th><th>Área (ha)</th></tr>
<tr><td>Captación/ Interconexión</td><td>Área alrededor de la infraestructura</td><td>4,38</td></tr>
<tr><td>Derecho de vía de Línea de conducción</td><td>25m a cada lado de la tubería de conducción</td><td>46,01</td></tr>
<tr><td>Casa de máquinas y descarga</td><td>20m alrededor de la Casa de Máquinas</td><td>1,64</td></tr>
<tr><td>Línea de transmisión</td><td>10m a cada lado de la línea de transmisión (franja de servidumbre)</td><td>7,43</td></tr>
<tr><td>Vía de acceso</td><td>15 m a cada lado del eje de la vía de acceso</td><td>12,73</td></tr>
</table>

Durante la fase operativa se generarán impactos al nivel de ruido puntualmente en Casa de Máquinas.</td><td>El área de influencia indirecta respecto al ruido ambiental es igual al área de influencia directa, debido a que las actividades constructivas serán puntuales y de mediano plazo en esta área definida.</td></tr>
</table>

Tabla 6. 11: Resumen Área de influencia directa e indirecta física
Fuente y elaboración: Equipo consultor

6.1.4.2. Componente biótico

<table>
<tr><th>ASPECTO</th><th>AID</th><th>AII</th></tr>
<tr><td>Ecosistema y vegetación</td><td>El AID está definida por el área asociada a la construcción de las obras en donde existirá remoción, corte o poda de cobertura vegetal para las actividades.

<table>
<tr><th>Área o facilidad</th><th>AID</th><th>Área (ha)</th></tr>
<tr><td>Captación/ Interconexión</td><td>Área alrededor de la infraestructura</td><td>4,38</td></tr>
<tr><td>Derecho de vía de Línea de conducción</td><td>25m a cada lado de la tubería de conducción</td><td>46,01</td></tr>
<tr><td>Casa de máquinas y descarga</td><td>20m alrededor de la Casa de Máquinas</td><td>1,64</td></tr>
<tr><td>Línea de transmisión</td><td>10m a cada lado de la línea de transmisión (franja de servidumbre)</td><td>7,43</td></tr>
<tr><td>Vía de acceso</td><td>15 m a cada lado del eje de la vía de acceso</td><td>12,73</td></tr>
</table></td><td>El AII para la vegetación comprenderá a aquellas poblaciones de plantas cercanas al espacio físico ocupado por la implantación de la infraestructura del proyecto, esto es una franja de 300 metros a partir de la zona de implantación de las facilidades del proyecto</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>ASPECTO</th><th>AID</th><th>AII</th></tr>
<tr><td>Fauna terrestre</td><td>El AID de fauna terrestre, corresponde al área asociada del área de las obras (interconexión, conducción, casa de máquinas, línea de transmisión, vía de acceso).

<table>
<tr><th>Área o facilidad</th><th>AID</th><th>Área (ha)</th></tr>
<tr><td>Captación/ Interconexión</td><td>Área alrededor de la infraestructura</td><td>4,38</td></tr>
<tr><td>Derecho de vía de Línea de conducción</td><td>25m a cada lado de la tubería de conducción</td><td>46,01</td></tr>
<tr><td>Casa de máquinas y descarga</td><td>20m alrededor de la Casa de Máquinas</td><td>1,64</td></tr>
<tr><td>Línea de transmisión</td><td>10m a cada lado de la línea de transmisión (franja de servidumbre)</td><td>7,43</td></tr>
<tr><td>Vía de acceso</td><td>15 m a cada lado del eje de la vía de acceso</td><td>12,73</td></tr>
</table></td><td>El AII, desde el punto de vista biótico, especialmente fauna terrestre, se considera una franja de 300 metros a partir de la zona de implantación del proyecto debido a que durante las actividades constructivas se producirá el alejamiento temporal de especies por aumento de maquinaria, ruido y personal en la zona del proyecto.

Cabe señalar que durante la fase de operación se producirá una recuperación paulatina de especies en la zona tomando en cuenta la poca movilidad que existirá por parte de maquinaria y personal</td></tr>
<tr><td>Fauna acuáticas</td><td>El AID para las fases de construcción, operación y cierre, respecto del subcomponente biótico fauna acuática, corresponde al segmento del rio Upano desde la captación/interconexión hasta el sitio de restitución (descarga) en donde posiblemente se evidencie impactos en la fauna acuática debido a las actividades constructivas y operativas del proyecto. Comprende 69,65 hectáreas.

Con respecto a la descarga de agua se considera un área de influencia directa de 0,63 hectáreas ya consideradas dentro de las 69,65 hectáreas de área de influencia hídrica</td><td>El AII respecto fauna acuática fue determinada de manera similar al AID (durante las fases de construcción, operación y cierre). Corresponde al tramo del rio Upano desde la captación hasta la descarga en casa de máquinas. Esta área corresponde a 69,65 hectáreas y 0,63 hectáreas para la descarga de agua</td></tr>
</table>

Tabla 6. 12: Resumen Área de influencia directa e indirecta biótica
Fuente y elaboración: Equipo consultor

6.1.4.3. Componente socioeconómico

<table>
<tr><th>ASPECTO</th><th>AID</th><th>AII</th></tr>
<tr><td>Propietarios de terrenos y usos</td><td>Comprende a los propietarios donde se se implementarán las estructuras del proyecto hidroeléctrico y que serán adquiridas (Ver Tabla 6.5. 6.6 y 6.7).</td><td rowspan="2">El área de influencia social indirecta (AISI) constituye la Parroquia Alshi/9 de octubre, unidad político territorial donde se asienta el proyecto y en donde existirá una relación permanente con la comunidad considerando parámetros de posibilidad de transporte de materiales y equipos, trabajo temporal, adquisición de servicios para la implementación y operación del proyecto</td></tr>
<tr><td>Organizaciones sociales</td><td>Se considera a la cabecera parroquial de Alshi/9de Octubre a través de su órgano de representación, la Junta Parroquial</td></tr>
<tr><td>Arqueología</td><td>Corresponde a los 2 sitios arqueológicos identificados paralelamente en la ruta del DDV.</td><td>No aplica</td></tr>
</table>

Tabla 6. 13: Resumen Área de influencia directa e indirecta socioeconómica
Fuente y elaboración: Equipo consultor

6.2. Determinación de Áreas Sensibles

Para el efecto se ha establecido una escala de calificación (alta, media y baja) a los atributos de los factores físico, biológico y social, asociados a criterios de susceptibilidad frente al proyecto. Estos valores se establecen con el fin de materializar el grado de susceptibilidad de cada uno de los componentes considerados en el estudio.

6.2.1. Componente físico

- **Geología, geomorfología y suelo.-** Desde el punto de vista de las condiciones físicas del área, tomando como referencia lo expuesto en la línea base, se consideran el área como de sensibilidad media debido a que el área donde se instalará la infraestructura presenta condiciones susceptibles a procesos erosivos durante la construcción, en donde se deberán tomar en cuenta medidas de control y mitigación.

- **Hidrología.-** En cuanto al componente hídrico, se ha utilizado el criterio de que todo cuerpo de agua es sensible a los cambios en su estructura. Tomando en cuenta este aspecto se ha considerado al Río Upano, en el tramo comprendido entre captación y descarga, como una zona de alta sensibilidad.

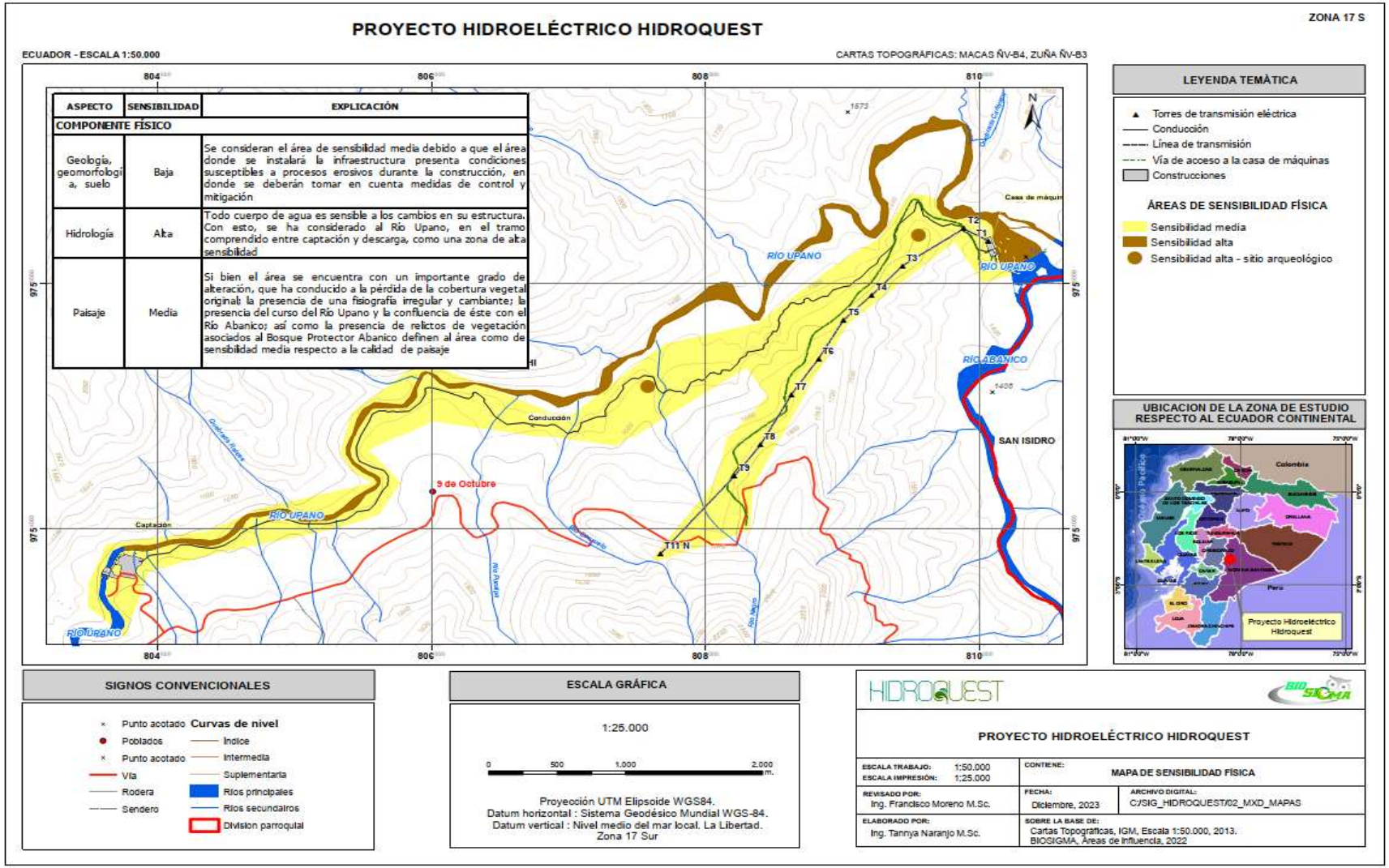
- **Paisaje. –** El paisaje del área de influencia es un paisaje mixto con áreas antrópicas y relictos boscosos, presenta una cubierta vegetal discontinua con variaciones escénicas como:

    - Presencia de fincas, infraestructura hidroeléctrica, vías de acceso, cabecera parroquial de 9 de Octubre.
    - Zonas de regeneración o rastrojo con dominancia de vegetación herbácea y arbustiva con árboles aislados, zonas de varios cultivos y amplias áreas de pastizales.
    - Zona de relictos de bosque secundario principalmente.

El área del proyecto, es el típico de las estribaciones de la cordillera oriental; esto es, piedemonte, colinas altas y vertientes irregulares, hasta estructuras montañosas con pasturas y árboles en pie ralos siempre verdes y vegetación exuberante en las laderas y sitios más escarpados; aunque en ciertos sectores, inclusive en área de pendientes, se observan importantes espacios de pasto.

Al realizar una calificación arbitraria de la calidad visual del paisaje; se puede establecer que se encuentran características geomorfológicas, hidrográficas, ecológicas y antrópicas que potencian la calidad del paisaje. Si bien el área se encuentra con un importante grado de alteración, que ha conducido a la pérdida de la cobertura vegetal original; la presencia de una fisiografía irregular y cambiante; la presencia del curso del Río Upano y la confluencia de éste con el Río Abanico; así como la presencia de relictos de vegetación asociados al Bosque

Protector Abanico definen al área como de sensibilidad media respecto a la calidad de paisaje.



Mapa 6. 7: Mapa de área de sensibilidad física
Fuente y elaboración: Equipo consultor

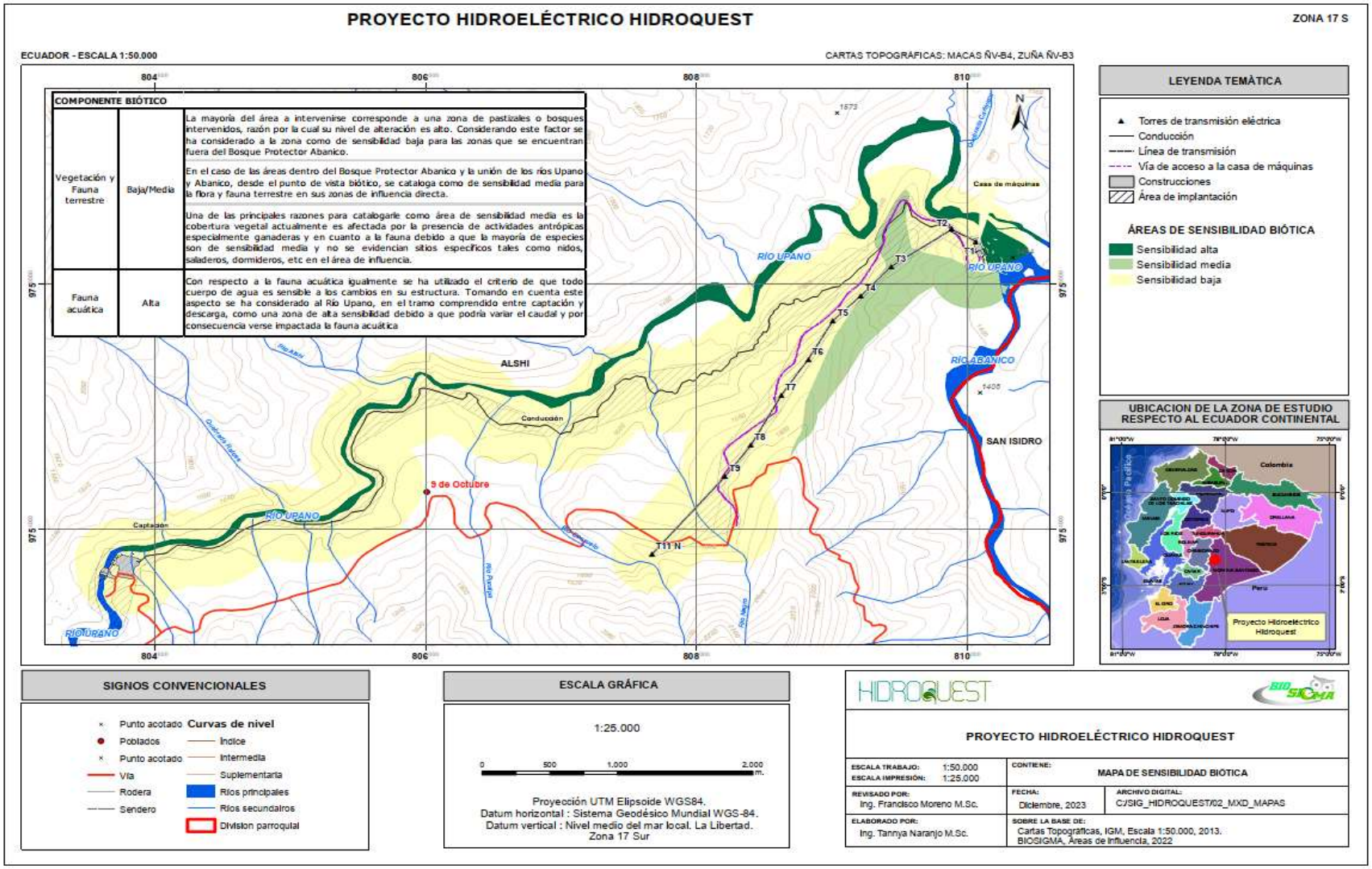
6.2.2. Componente biótico

- **Vegetación y fauna terrestre.-** La mayoría del área a intervenirse corresponde a una zona de pastizales o bosques intervenidos, razón por la cual su nivel de alteración es alto. Considerando este factor se ha considerado a la zona como de sensibilidad baja para las zonas que se encuentran fuera del Bosque Protector Abanico.

  En el caso de las áreas dentro del Bosque Protector Abanico y la unión de los ríos Upano y Abanico, desde el punto de vista biótico, se cataloga como de sensibilidad media para la flora y fauna terrestre en sus zonas de influencia directa.

  Una de las principales razones para catalogarle como área de sensibilidad media es la cobertura vegetal actualmente es afectada por la presencia de actividades antrópicas especialmente ganaderas y en cuanto a la fauna debido a que la mayoría de especies son de sensibilidad media y no se evidencian sitios específicos tales como nidos, saladeros, dormideros, etc en el área de influencia.

- **Fauna acuática.-** Con respecto a la fauna acuática igualmente se ha utilizado el criterio de que todo cuerpo de agua es sensible a los cambios en su estructura. Tomando en cuenta este aspecto se ha considerado al Río Upano, en el tramo comprendido entre captación y descarga, como una zona de alta sensibilidad debido a que podría variar el caudal y por consecuencia verse impactada la fauna acuática.



Mapa 6. 8: Mapa de área de sensibilidad biótica
Fuente y elaboración: Equipo consultor

6.2.3. Componente socioeconómico y cultural

En cuanto al componente socioeconómico, el criterio que define los niveles de sensibilidad está determinado por el posible debilitamiento de los factores que componen una estructura social originada por la intervención de grupos humanos externos a la misma.

En el caso de la composición social de los grupos establecidos en el área de influencia de este proyecto las condiciones de sensibilidad establecen el estado del conjunto de relaciones sociales, económicas y culturales que configuran el sistema social general de la zona.

La definición de sensibilidad socioeconómica y cultural se determina en dos niveles:

- Por un lado, entorno a áreas sensibles con localización espacial relacionadas con los procesos de reproducción económica y asentamiento residencial.
- Por otro, entorno a factores de sensibilidad, que se vinculan a la dinámica de las relaciones sociales en distintos aspectos del sistema social general.

Bajo este criterio se ha considerado al área como de baja sensibilidad debido a que los trabajos se ejecutarán en zonas donde ya existe una vinculación de la población a un proyecto de la misma naturaleza el cual está en operación y mantiene relación directa con la parroquia Alshi/9 de Octubre y su población, por lo cual no existirá un debilitamiento de la estructura social ni afectación en las relaciones sociales, económicas o culturales.

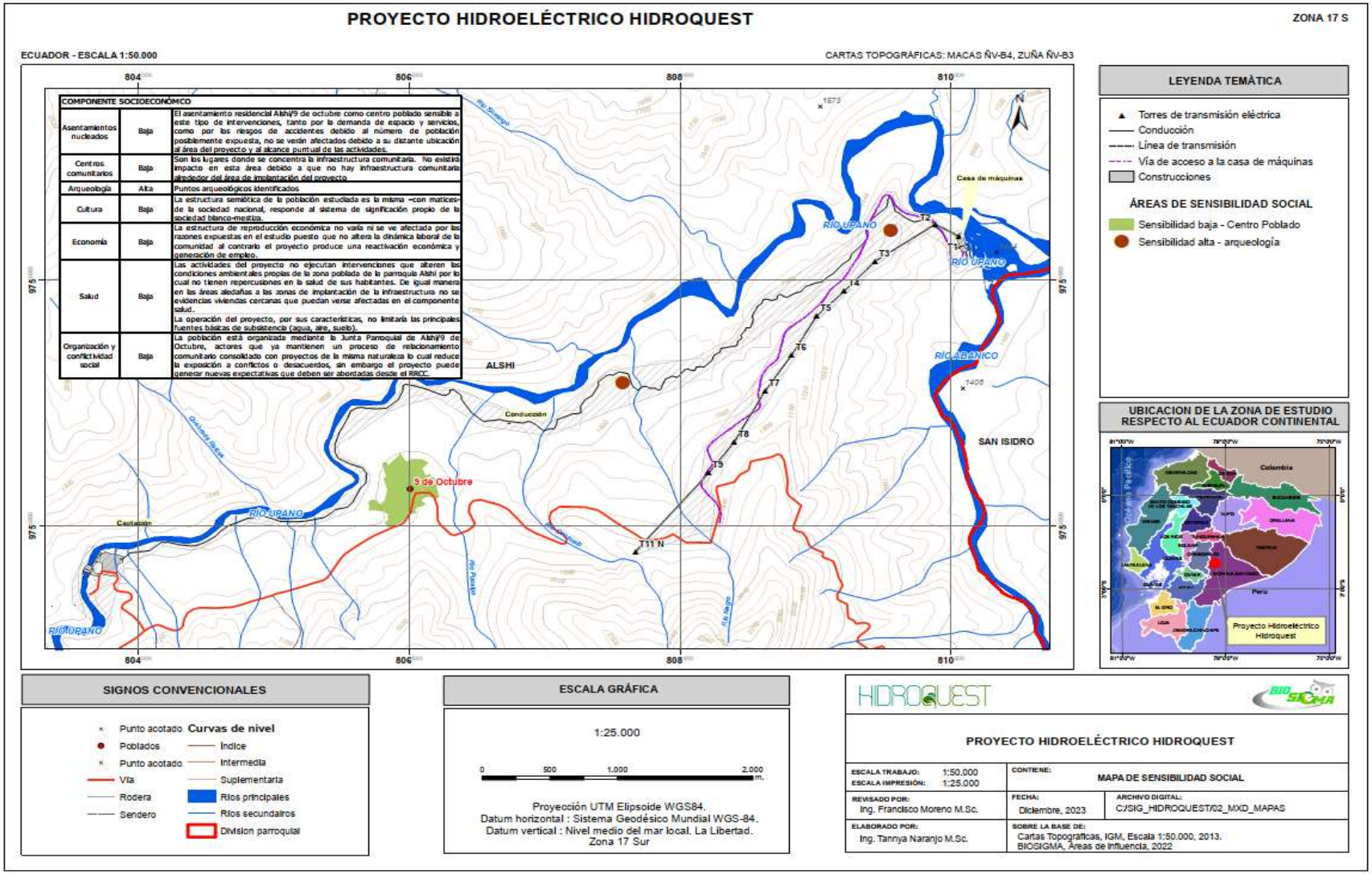
Desde el punto de vista arqueológico se constituyen áreas sensibles los 2 puntos arqueológicos identificados que deberán ser objeto de un rescate y monitoreo técnico en caso de intervenirse con las obras de conducción.

ÁREA DE SENSIBILIDAD SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL		
Área	**Sensibilidad**	**Explicación**
Asentamientos nucleados	**Baja**	El asentamiento residencial Alshi/9 de octubre como centro poblado sensible a este tipo de intervenciones, tanto por la demanda de espacio y servicios, como por los riesgos de accidentes debido al número de población posiblemente expuesta, no se verán afectados debido a su distante ubicación al área del proyecto y al alcance puntual de las actividades.
Centros comunitarios	**Baja**	Son los lugares donde se concentra la infraestructura comunitaria. No existirá impacto en esta área debido a que no hay infraestructura comunitaria alrededor del área de implantación del proyecto
Arqueología	**Alta**	Puntos arqueológicos identificados

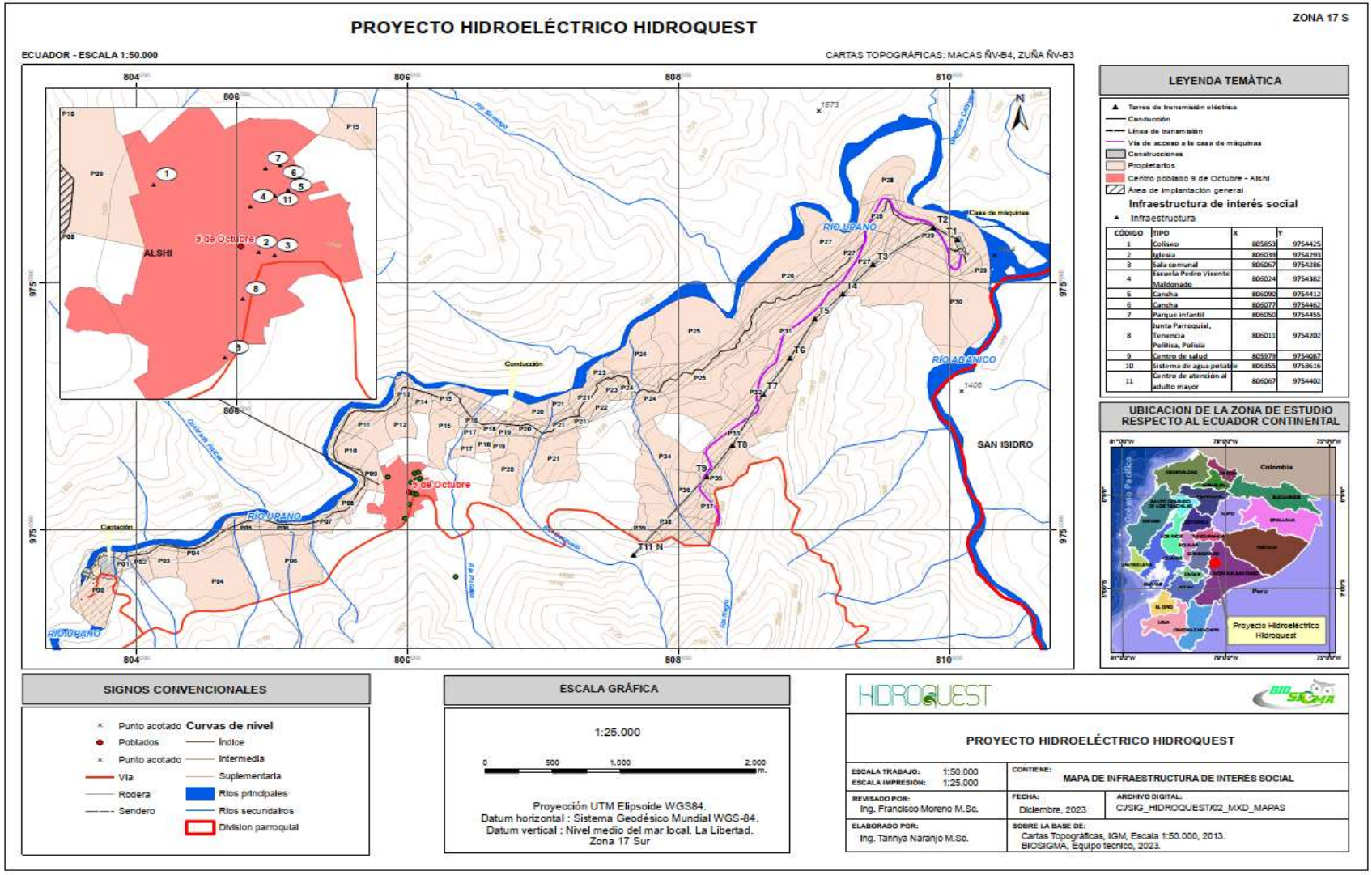
Tabla 6. 14: Área de sensibilidad socioeconómica y cultural
Fuente y elaboración: Equipo consultor

FACTORES DE SENSIBILIDAD SOCIAL		
Factor	**Sensibilidad**	**Explicación**
Cultura	**Baja**	La estructura semiótica de la población estudiada es la misma –con matices- de la sociedad nacional, responde al sistema de significación propio de la sociedad blanco-mestiza.
Economía	**Baja**	La estructura de reproducción económica no varía ni se ve afectada por las razones expuestas en el estudio puesto que no altera la dinámica laboral de la comunidad al contrario el proyecto produce una reactivación económica y generación de empleo.
Salud	**Baja**	Las actividades del proyecto no ejecutan intervenciones que alteren las condiciones ambientales propias de la zona poblada de la parroquia Alshi por lo cual no tienen repercusiones en la salud de sus habitantes. De igual manera en las áreas aledañas a las zonas de implantación de la infraestructura no se evidencias viviendas cercanas que puedan verse afectadas en el componente salud. La operación del proyecto, por sus características, no limitaría las principales fuentes básicas de subsistencia (agua, aire, suelo).
Organización y conflictividad social	**Baja**	La población está organizada mediante la Junta Parroquial de Alshi/9 de Octubre, actores que ya mantienen un proceso de relacionamiento comunitario consolidado con proyectos de la misma naturaleza lo cual reduce la exposición a conflictos o desacuerdos, sin embargo el proyecto puede generar nuevas expectativas que deben ser abordadas desde el RRCC.

Tabla 6. 15: Factores de sensibilidad social
Fuente y elaboración: Equipo consultor



Mapa 6. 9: Mapa de área de sensibilidad social
Fuente y elaboración: Equipo consultor



Mapa 6. 10: Mapa de infraestructura de interés social
Fuente y elaboración: Equipo consultor

6.2.4. Resumen de áreas sensibles

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las áreas sensibles determinadas para el proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST:

ASPECTO	SENSIBILIDAD	EXPLICACIÓN
COMPONENTE FÍSICO		
Geología, geomorfología, suelo	**Baja**	Desde el punto de vista de las condiciones físicas del área, tomando como referencia lo expuesto en la línea base, se consideran el área como de sensibilidad media debido a que el área donde se instalará la infraestructura presenta condiciones susceptibles a procesos erosivos durante la construcción, en donde se deberán tomar en cuenta medidas de control y mitigación.
Hidrología	**Alta**	En cuanto al componente hídrico, se ha utilizado el criterio de que todo cuerpo de agua es sensible a los cambios en su estructura. Tomando en cuenta este aspecto se ha considerado al Río Upano, en el tramo comprendido entre captación y descarga, como una zona de alta sensibilidad.
Paisaje	**Media**	Si bien el área se encuentra con un importante grado de alteración, que ha conducido a la pérdida de la cobertura vegetal original; la presencia de una fisiografía irregular y cambiante; la presencia del curso del Río Upano y la confluencia de éste con el Río Abanico; así como la presencia de relictos de vegetación asociados al Bosque Protector Abanico definen al área como de sensibilidad media respecto a la calidad de paisaje
COMPONENTE BIÓTICO		
Vegetación y Fauna terrestre	**Baja/Media**	La mayoría del área a intervenirse corresponde a una zona de pastizales o bosques intervenidos, razón por la cual su nivel de alteración es alto. Considerando este factor se ha considerado a la zona como de sensibilidad baja para las zonas que se encuentran fuera del Bosque Protector Abanico. En el caso de las áreas dentro del Bosque Protector Abanico y la unión de los ríos Upano y Abanico, desde el punto de vista biótico, se cataloga como de sensibilidad media para la flora y fauna terrestre en sus zonas de influencia directa. Una de las principales razones para catalogarle como área de sensibilidad media es la cobertura vegetal actualmente es afectada por la presencia de actividades antrópicas especialmente ganaderas y en cuanto a la fauna debido a que la mayoría de especies son de sensibilidad media y no se evidencian sitios específicos tales como nidos, saladeros, dormideros, etc en el área de influencia.
Fauna acuática	**Alta**	Con respecto a la fauna acuática igualmente se ha utilizado el criterio de que todo cuerpo de agua es sensible a los cambios en su estructura. Tomando en cuenta este aspecto se ha considerado al Río Upano, en el tramo comprendido entre captación y descarga, como una zona de alta sensibilidad debido a que podría variar el caudal y por consecuencia verse impactada la fauna acuática
COMPONENTE SOCIOECONÓMCO		
Asentamientos nucleados	**Baja**	El asentamiento residencial Alshi/9 de octubre como centro poblado sensible a este tipo de intervenciones, tanto por la demanda de espacio y servicios, como por los riesgos de accidentes debido al número de población posiblemente expuesta, no se verán afectados debido a su distante ubicación al área del proyecto y al alcance puntual de las actividades.

ASPECTO	SENSIBILIDAD	EXPLICACIÓN
Centros comunitarios	**Baja**	Son los lugares donde se concentra la infraestructura comunitaria. No existirá impacto en esta área debido a que no hay infraestructura comunitaria alrededor del área de implantación del proyecto
Arqueología	**Alta**	Puntos arqueológicos identificados
Cultura	**Baja**	La estructura semiótica de la población estudiada es la misma –con matices- de la sociedad nacional, responde al sistema de significación propio de la sociedad blanco-mestiza.
Economía	**Baja**	La estructura de reproducción económica no varía ni se ve afectada por las razones expuestas en el estudio puesto que no altera la dinámica laboral de la comunidad al contrario el proyecto produce una reactivación económica y generación de empleo.
Salud	**Baja**	Las actividades del proyecto no ejecutan intervenciones que alteren las condiciones ambientales propias de la zona poblada de la parroquia Alshi por lo cual no tienen repercusiones en la salud de sus habitantes. De igual manera en las áreas aledañas a las zonas de implantación de la infraestructura no se evidencias viviendas cercanas que puedan verse afectadas en el componente salud. La operación del proyecto, por sus características, no limitaría las principales fuentes básicas de subsistencia (agua, aire, suelo).
Organización y conflictividad social	**Baja**	La población está organizada mediante la Junta Parroquial de Alshi/9 de Octubre, actores que ya mantienen un proceso de relacionamiento comunitario consolidado con proyectos de la misma naturaleza lo cual reduce la exposición a conflictos o desacuerdos, sin embargo el proyecto puede generar nuevas expectativas que deben ser abordadas desde el RRCC.

Tabla 6. 16: Resumen de áreas sensibles
Fuente y elaboración: Equipo consultor

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO HIDROQUEST

7. ANÁLISIS DE RIESGOS

Preparado por:

Para:

MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA

ENERO 2024

CONTENIDO

7. ANÁLISIS DE RIESGOS 3

7.1. Objetivos 3

7.2. Metodología 3

7.2.1. Identificación de riesgos 3

7.2.2. Evaluación y estimación de riesgos 4

7.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL AMBIENTE SOBRE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO 6

7.3.1. RIESGOS FÍSICOS 6

7.3.1.1. Volcanismo 6

7.3.1.2. Sismicidad 11

7.3.1.3. Movimiento en masa 20

7.3.1.4. Inundaciones 25

7.3.1.5. Déficit hídrico-Sequías 29

7.3.2. RIESGOS BIÓTICOS 32

7.3.2.1. Caída de árboles 32

7.3.2.2. Contacto con plantas urticantes y espinosas 33

7.3.2.3. Mordedura de serpientes 34

7.3.3. RIESGOS SOCIOECONÓMICOS 35

7.3.3.1. Paralizaciones de actividades por pobladores de la zona 35

7.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO SOBRE EL AMBIENTE 36

7.4.1. RIESGOS FÍSICOS 36

7.4.1.1. Fallas operativas 36

7.4.1.2. Derrames 38

7.4.1.3. Incendios 39

7.4.1.4. Manejo de explosivos 40

7.4.1.5. Inestabilidad y caída de infraestructura 41

7.4.2. RIESGOS BIÓTICOS 42

7.4.2.1. Afectación biótica por actividades del proyecto 42

7.4.3. RIESGOS SOCIOECONÓMICOS 43

7.4.3.1. Accidentes laborales 43

7.5. Resumen de Análisis de Riesgo del proyecto 46

7. ANÁLISIS DE RIESGOS

La detección de elementos de riesgo ambiental se logra a través del entendimiento y análisis de aquellos aspectos que podrían ser fuente de riesgo de la Construcción y operación del Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest que comprende la construcción del sistema de captación con toma caucasiana, tuberías de conducción, casa de máquinas, y torres de transmisión eléctrica; y representen una amenaza para la integridad humana y para los recursos naturales y ambientales.

El análisis y valoración de riesgos ambientales es un proceso racional, mediante el cual se identifican y evalúan los riesgos que la alteración natural o antrópica puede suponer para el proyecto y a su vez las actividades del proyecto sobre el ambiente.

7.1. Objetivos

El objetivo del presente capítulo es identificar y analizar los riesgos físicos, bióticos, sociales, tanto endógenos y exógenos para el proyecto Hidroeléctrico, con el fin de prevenir, mitigar y/o restaurar la afectación ambiental.

El análisis de riesgos tiene también el objetivo de apoyar a la toma de decisiones, emisiones de normas y medidas de prevención y reducción de sus impactos a favor de la seguridad del patrimonio e integridad física de la población de la zona a ser intervenida.

7.2. Metodología

Se define riesgo como una función de la probabilidad, o frecuencia, de que un cierto peligro ocurra y la magnitud de las consecuencias. El riesgo representa la certeza de que un potencial peligro ocurra, y se refiere a las condiciones, procesos, fenómenos o eventos que debido a su localización y frecuencia causan un perjuicio o daño.

El análisis de riesgo es una combinación de la identificación del riesgo y de la evaluación de este. La estimación del riesgo involucra la identificación de la probabilidad de una acción o evento accidental.

7.2.1. Identificación de riesgos

La identificación de riesgos considera los sucesos generados por elementos exógenos, que constituyen un peligro o tienen consecuencias sobre las instalaciones del proyecto; así como elementos endógenos o propios de las actividades del proyecto que podrían repercutir sobre el ambiente o el personal.

Los riesgos identificados y que serán evaluados en las secciones subsiguientes se muestran a continuación:

- **Del ambiente sobre el proyecto (Riesgos exógenos)**

Riesgos físicos
- Volcánicos
- Sísmicos
- Movimientos en masa
- Inundaciones
- Déficit hídrico – sequías

Riesgos bióticos
- Caída de árboles
- Contacto con plantas urticantes y espinosas
- Mordedura de serpientes

Riesgos socioeconómicos
- Paralizaciones de actividades por pobladores de la zona y grupos de interés

- **Del proyecto sobre el ambiente (Riesgos endógenos)**

Riesgos físicos
- Fallas operativas
- Derrames de sustancias
- Incendios
- Manejo de explosivos
- Inestabilidad de infraestructura

Riesgos bióticos
- Afectación biótica

Riesgos socioeconómicos
- Accidentes laborales

7.2.2. Evaluación y estimación de riesgos

La evaluación de riesgos proporciona una comprensión precisa de las posibles amenazas naturales que podrían influir en el desarrollo y la estabilidad de las actividades del proyecto, así como en la calidad de vida de las personas que se encuentran en la zona de influencia.

Los riesgos fueron evaluados y estimados sobre la base de una matriz de riesgo, la que sirvió para identificar espacialmente en donde el riesgo de cada componente es mayor. La matriz de calificación se presenta en la siguiente tabla:

PROBABILIDAD								
	5	Muy probable (más de una vez al año)						
	4	Bastante probable (una vez por año)						
	3	Probable (una vez cada 10 a 100 años)						
	2	Poco probable (una vez cada 100 a 1000 años)						
	1	Improbable (menos de una vez cada 1000 años)						
		Bajo	Alto	No importantes	Limitadas	Serias	Muy serias	Catastróficas
		Moderado	Muy alto	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
				CONSECUENCIAS				

Tabla 7. 1: Matriz de evaluación de riesgos
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

Esta matriz se adoptó de la evaluación de riesgos para el Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996), pero es aplicable a cualquier circunstancia. Califica al componente sobre la base de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno y a las consecuencias que podría tener el mismo; a la vez, permite identificar espacialmente la magnitud del riesgo en un lugar determinado.

La probabilidad de ocurrencia es calificada en una escala de 1 a 5, donde el valor 5 corresponde a una ocurrencia muy probable, de por lo menos una vez por año, y el valor de 1 corresponde a una ocurrencia improbable o menor a una vez en 1000 años. Las consecuencias son calificadas en una escala de la A hasta la E, donde A corresponde a consecuencias no importantes, y E a consecuencias catastróficas.

En el caso de los riesgos biológicos y sociales, se utiliza la matriz de evaluación, pero en este contexto, no se toma en cuenta la frecuencia con la que ocurren, sino más bien su probabilidad. Esto se debe a que estos eventos tienen una naturaleza distinta y su probabilidad depende de la forma en que se maneje la obra en sus diferentes etapas de desarrollo. En resumen, los riesgos relacionados con los aspectos biológicos y sociales están asociados con un grado de incertidumbre, lo que significa que no pueden cuantificarse ni predecirse en términos de frecuencia, pero sí es posible estimar su probabilidad.

7.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL AMBIENTE SOBRE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

7.3.1. RIESGOS FÍSICOS

Se consideran riesgos exógenos físicos a los riesgos geológicos, que son los responsables de las peores calamidades naturales. Para prevenir y reducir de manera efectiva el impacto de estos peligros en la seguridad de las personas y en la protección de los bienes, es imperativo comprender su conducta y su extensión en el área geográfica correspondiente. Los riesgos físicos identificados y evaluados son:

- Los originados directamente por la dinámica de los procesos geológicos internos: volcanes y terremotos.

- Los derivados directamente de la dinámica de los procesos geológicos externos: inundaciones, sequías y movimientos gravitacionales.

7.3.1.1. Volcanismo

Como se detalla en el "ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS", del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (2018), las erupciones volcánicas pueden dar lugar a diferentes tipos de fenómenos, cada uno de los cuales puede representar un peligro (o amenaza) específico (Sigurdsson et al., 2015; Rymer, 2015). De manera general, se define peligro volcánico como un fenómeno potencialmente dañino, que puede ocurrir durante una erupción volcánica y que puede ser cuantificado en forma de una probabilidad de ocurrencia. Entre dichos fenómenos se puede mencionar: emisiones de gases volcánicos, flujos de lava, flujos piroclásticos, impactos de fragmentos balísticos, caídas de ceniza y piroclastos, lahares, grandes deslizamientos y tsunamis volcánicos. Estos fenómenos son de diversos tipos, tanto en cuanto a los procesos físico-químicos que los originan y controlan, como en su capacidad de provocar daños o afectaciones, tanto en zonas proximales como distales a sus sitios de origen.

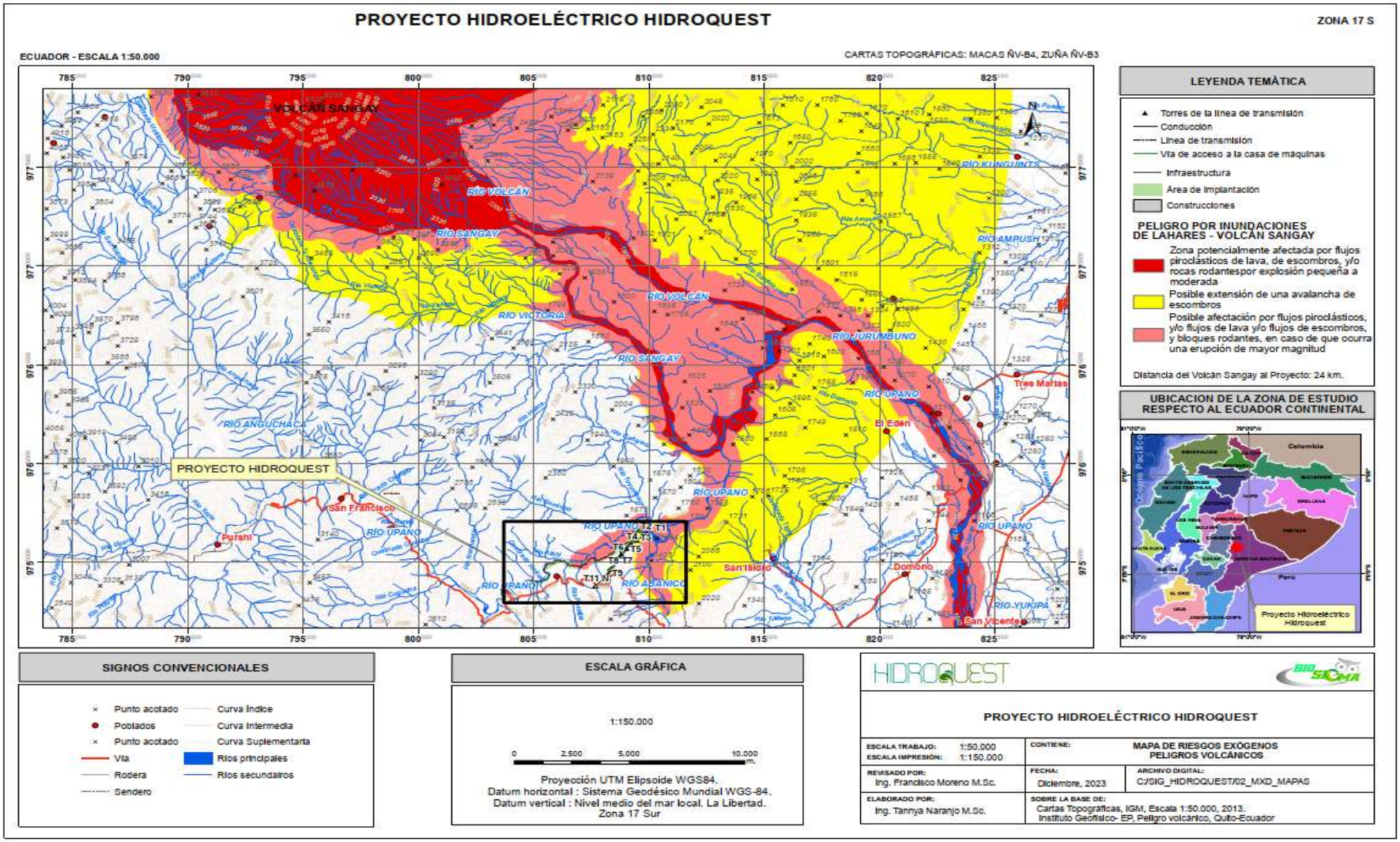
Los mapas de peligros se consideran comúnmente como uno de los principales productos de la evaluación de la amenaza volcánica a largo plazo. Su mayor utilidad es para fines de planificación territorial, preparación de planes de contingencia a largo plazo y la respuesta en caso de emergencia. La determinación de la proximidad, o de la susceptibilidad de ocurrencia de una erupción volcánica a corto plazo es una tarea diferente, y está relacionada al proceso de vigilancia y monitoreo de los volcanes considerados peligrosos.

El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional ha generado mapas de amenaza para los principales volcanes en erupción, como para los catalogados como activos y potencialmente activos, basados en la geología, los intervalos de recurrencia estimados de eventos pasados y también en simulaciones

computacionales de los procesos volcánicos para medir posibles extensiones futuras de impacto.

Clasificación	Descripción
Extinto o dormido	última erupción antes del Holoceno (hace más de 11700 años)
Potencialmente activo	última erupción durante el Holoceno (hace menos de 11700 años)
Activo	última erupción durante el periodo histórico (desde 1532 AD)
En erupción	con actividad eruptiva en 2019

Tabla 7. 2: Clasificación de los volcanes
Fuente: Instituto Geofísico
Elaboración: Equipo consultor



Mapa 7. 1: Mapa de Peligro volcánico del proyecto Hidroquest
Fuente: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional
Elaboración: Equipo consultor

La zona de proyecto Hidroquest está influenciada dentro de los 50km a la redonda, principalmente por el peligro del volcán Sangay.

El volcán Sangay representa potencial peligro al encontrarse en estado de erupción. Este es el único volcán que se encuentra en Morona Santiago, ubicado en el noroeste de la Provincia, entre los cantones Morona y Pablo Sexto. Su altura máxima es de 5230 msnm y es uno de los más activos del mundo, lo que se manifiesta en erupciones frecuentes que causan la caída de ceniza en las zonas circundantes.

Durante una erupción los gases y materiales piroclásticos (ceniza, fragmentos de roca, piedra pómez, cascajo) son expulsados al aire desde el cráter y forman parte de una columna eruptiva que puede alcanzar varios kilómetros de altura y sostenerse por minutos u horas. La fuerza de las erupciones viene expresada en función de la velocidad (Km/h), los valores medios están en el rango de 9 a 11 Km/h. Las comunidades de los cantones Palora, Huamboya y Pablo Sexto no serían afectadas en gran medida en el caso de presentarse eventos de naturaleza volcánica.

La peligrosidad de este fenómeno depende del volumen de material emitido en la erupción, la intensidad y duración de la erupción, la distancia al punto de emisión y la dirección del viento. La dirección predominante del viento es Norte en los meses de mayo, junio y octubre; en los meses de noviembre y diciembre es Este, aunque la media general es Norte.

Por la ubicación del proyecto Hidroquest existe "multipeligro volcánico, de probabilidad menor" es decir, aunque es poco probable que éste sea afectado, en caso de una erupción de mayor magnitud pueden influenciar lahares, corrientes de densidad piroclástica, bloques de rodantes e incluso avalanchas de escombros; aunque al ser éstas las amenazas más móviles son capaces de alcanzar drenajes distales mayores.

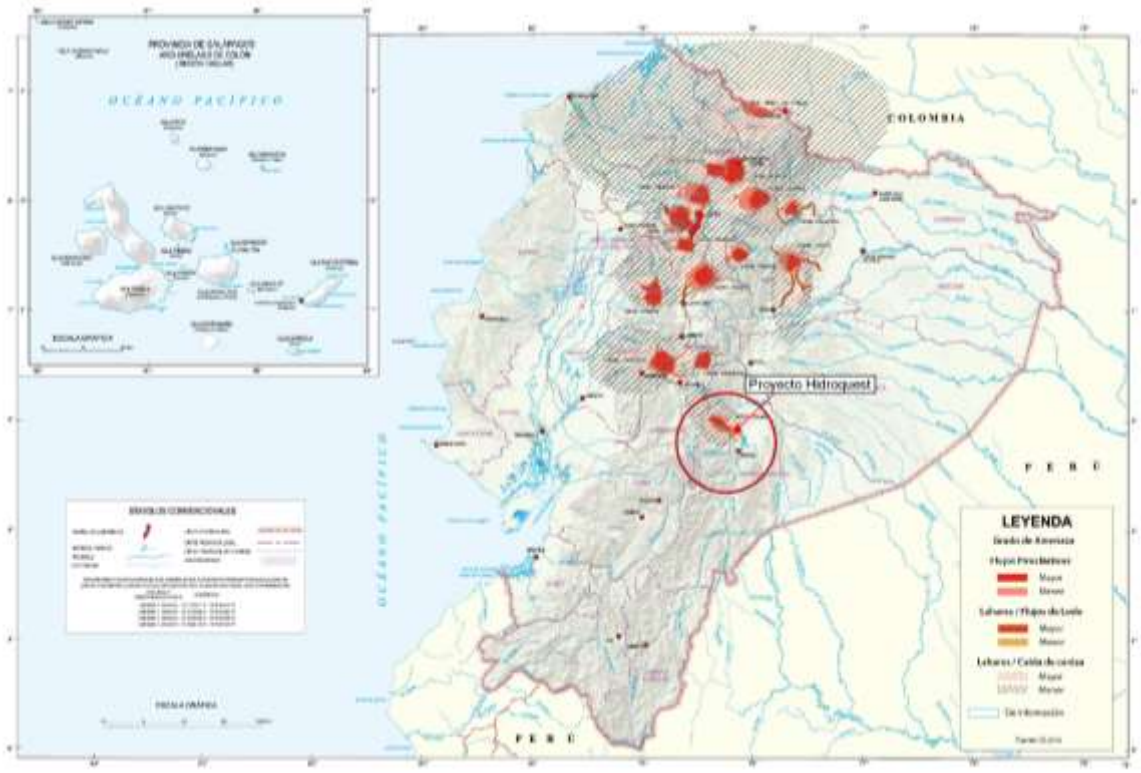


Figura 7. 1: Mapa de Peligro volcánico con 50 km de radio de influencia del proyecto Hidroquest
Fuente y elaboración: ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS 2018, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias

En función de lo evidenciado en la realidad durante el actual proceso eruptivo del Volcán Sangay, se puede determinar que en el área no se evidencian riesgos mayores asociados a la actividad volcánica, el evento que puede incidir en el área del proyecto es la caída de ceniza de baja a moderada intensidad.

Se podría generar algún deslizamiento derivado de los movimientos sísmicos asociados con la erupción, que taponen el curso natural del río Upano, y la consecuente inundación aguas arriba del área de deslizamiento, lo que incidiría directamente sobre la estabilidad de la estructura hidráulica. Sin embargo su probabilidad es baja.

Aplicando la metodología de análisis de riesgos, la zona es susceptible a eventos volcánicos debido a la presencia del Volcán Sangay, sin embargo la distancia del mismo hacia el proyecto (24 Km en línea recta) y la ubicación geográfica del proyecto determinan que las consecuencias sobre el mismo por actividad volcánica sean bajas conforme se ha podido evidenciar durante aproximadamente 4 años de actividad eruptiva del Volcán Sangay. Por tanto la evaluación del riesgo es la siguiente:

PROBABILIDAD					No importantes	Limitadas	Serias	Muy serias	Catastróficas
	5	Muy probable							
	4	Bastante probable							
	3	Probable				X			
	2	Poco probable							
	1	Improbable							
		Bajo		Alto					
		Moderado		Muy alto	A	B	C	D	E
					CONSECUENCIAS				

Tabla 7. 3: Evaluación de riesgo volcánico
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

De acuerdo con la matriz de riesgo volcánico, la probabilidad que una erupción volcánica ocurra en el sector donde se encuentra el proyecto es **Probable** y las consecuencias que presentaría serían **Limitadas**. Por lo tanto, el área de implantación del proyecto presenta un riesgo volcánico **Bajo**, lo que significa que, de ocurrir una erupción volcánica de magnitud significativa, el riesgo de llegar a afectar las estructuras del proyecto y su funcionalidad, así como las del área de influencia, es bajo. El riesgo se califica como **(3B).**

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Volcánico	3B BAJO	Probable	Limitada

Tabla 7. 4: Calificación de riesgo volcánico
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.3.1.2. Sismicidad

Debido a la ubicación geográfica de Ecuador en una región con una intensa actividad sísmica y una red de fallas geológicas significativas, ha experimentado a lo largo de su historia una serie de terremotos que han resultado en considerables pérdidas humanas y económicas. Esto significa que la población ecuatoriana se encuentra constantemente en riesgo de sufrir consecuencias debido a estas amenazas naturales.

Desde el punto de vista de riesgos, se debe diferenciar entre los sismos de origen tectónico de aquellos de origen volcánico.

Los movimientos tectónicos tienen su principal origen en la zona de subducción del Ecuador, entre la placa de Nazca y la Sudamericana, produciendo eventos interplaca de poca profundidad (como el terremoto de marzo de 1987).

Tres regímenes tectónicos distintos caracterizan a la placa de Nazca en dirección al océano en Colombia y Ecuador, entre las latitudes 1° y 7° norte, la fisiografía del fondo oceánico es casi plana, mientras que en latitudes de 2° y 4°S, el fondo oceánico frente a la fosa ecuatoriana es una zona fracturada y compleja de 230 km de ancho. Esta región está atravesada por zonas de fractura oceánica de rumbo NE.

La placa continental Sudamericana que se forma en la cordillera submarina centro-oceánica del Atlántico medio, se desplaza hacia el Occidente a una velocidad media de 3 – 4cm/año (Barazangi & Isacks, 1976). Estos fenómenos producen en el Ecuador continental el levantamientos de las cordilleras andinas y subandinas, así como la fosa tectónica interandina. A su vez son fuentes sísmicas con magnitudes variadas, generalmente altas. Las fuentes sísmicas no están únicamente restringidas a las zonas de subducción, ya que ellas pueden estar localizadas dentro del continente mismo.

Las deformaciones que genera la subducción desencadenan la formación de sistemas de fallas activas regionales mismas que también son fuentes generadoras de sismos.

Una falla activa es un elemento tectónico que debe ser analizado no solamente desde el punto de vista de su potencial generador de sismos sino también por su impacto en las condiciones geomecánicas de los macizos rocosos y las obras que allí se instalen. Debido a que la actividad de estas fallas activas puede desencadenar procesos significativos de inestabilidad. Por lo tanto, en cualquier proyecto de desarrollo, resulta crítico determinar la presencia de fallas activas que podrían generar terremotos, ocasionando inestabilidad o daños potenciales en las instalaciones.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015) establece las zonas sísmicas en el país y mapas de peligro sísmico asociados al tipo de estructura.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras substancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras substancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Tabla 7. 5: Categoría de estructuras, tipo de uso, destino e importancia
Fuente: NEC (2015)

Particularmente, con el presente caso en estudio están relacionadas "construcciones esenciales", y "otras estructuras"; pues involucra estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica, y torres de transmisión. Para lo cual, es necesario utilizar diferentes niveles de peligro sísmico con el fin de verificar el cumplimiento de diferentes niveles de desempeño. Se clasifican los sismos según los niveles de peligro sísmico y período medio de retorno, a continuación:

Nivel de sismo	Sismo	Probabilidad de excedencia en 50 años	Periodo de retorno T_r (años)	Tasa anual de excedencia ($1/T_r$)
1	Frecuente (menor)	50%	72	0.01389
2	Ocasional (moderado)	20%	225	0.00444
3	Raro (severo)	10%	475	0.00211
4	Muy raro* (extremo)	2%	2 500	0.00040

Tabla 7. 6: Niveles de peligro sísmico
Fuente: NEC (2015)

Para las estructuras esenciales, se deberá verificar un correcto desempeño sísmico en el rango inelástico para:

1. *Limitación de daño* (nivel de seguridad de vida) ante un terremoto de 475 años de período de retorno (probabilidad anual de excedencia 0.00211).

2. *No-colapso* (nivel de prevención de colapso) ante un terremoto de 2475 o 2500 años de período de retorno (probabilidad anual de excedencia 0.00004).

Estructuras diferentes a las de las edificaciones:

Son todas las estructuras auto-portantes que no son edificios, las cuales soportan cargas verticales y deben resistir los efectos sísmicos, tales como reservorios, tanques, torres de transmisión, estructuras hidráulicas, tuberías, etc., cuyo comportamiento dinámico es distinto al comportamiento de las estructuras de edificación, por lo que se diseñarán para resistir las fuerzas laterales mínimas.

Período de retorno sísmico de 475 años:

En la Figura siguiente, se puede identificar que el área del proyecto hidroeléctrico Hidroquest, se ubica entre las Zonas II y III, con un factor de zona (Z) entre 0.25g y 0.30g, e indica "Alto peligro sísmico".

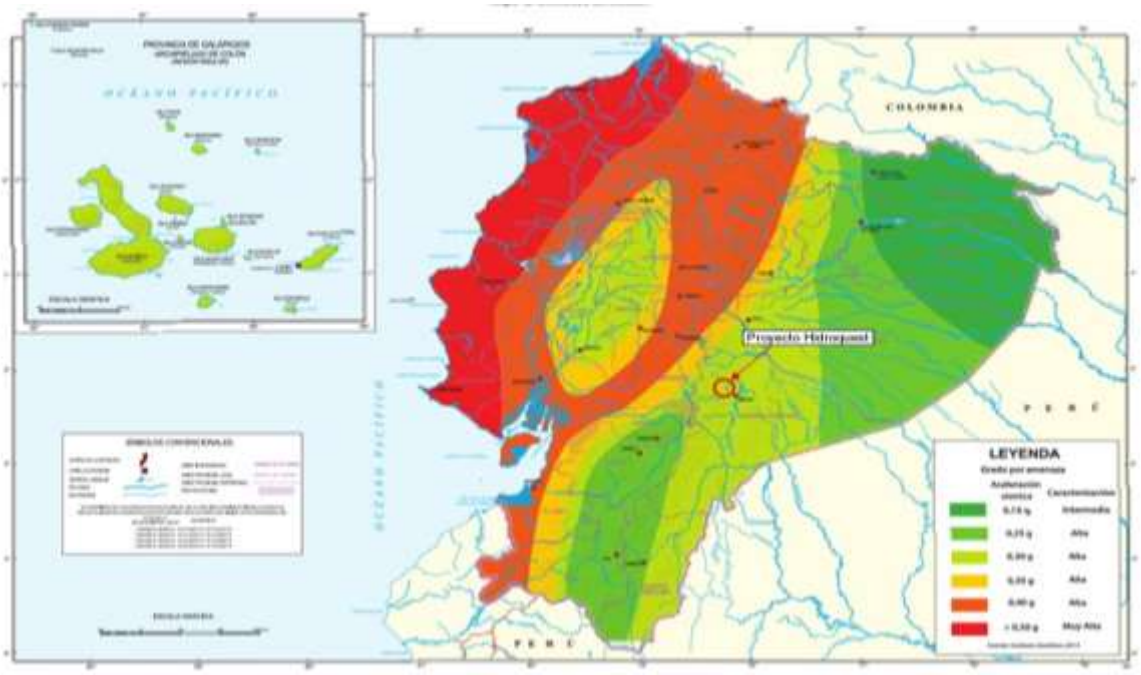


Figura 7. 2: Amenaza sísmica
Fuente y elaboración: ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS. 2018, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias

Período de retorno sísmico de 2475 años:

En la Figura siguiente, se puede identificar que el área del proyecto hidroeléctrico Hidroquest presenta un factor de zona (Z) entre 0.61g y 0.80g, e indica "Alto peligro sísmico".

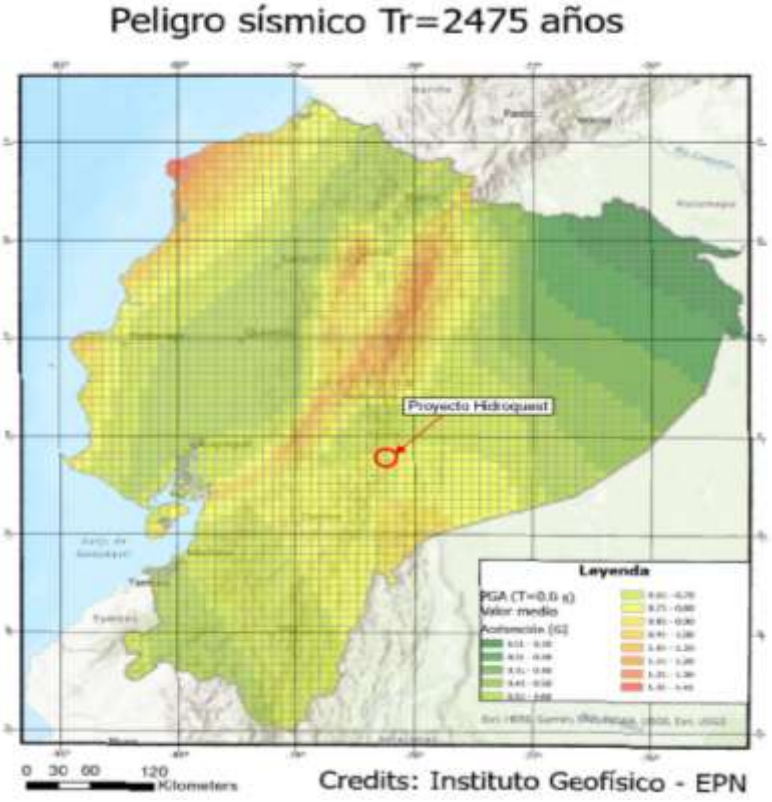


Figura 7. 3: Mapa de peligro sísmico para un periodo de retorno de 2475 años
Fuente y elaboración: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional

Evaluación del peligro:

La categorización de peligro sísmico para periodos de retorno diferentes arrojó "Alto", tanto para la zona de generación como para la conducción y línea de transmisión. Esto se debe a que los mapas de peligro símico reconocen el hecho de que la subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana es la principal fuente de generación de energía sísmica en el Ecuador, a lo que se le añade un complejo sistema de fallas local superficial que produce sismos importantes en gran parte del territorio ecuatoriano. De tal forma que, el Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest se encuentra contenido en una fuente sismotectónica cortical importante.

Según Beauval et al. (2018), y Yepes et al. (2016) el proyecto Hidroquest se sitúa en la fuente cortical Cutucú, en el trasarco andino.

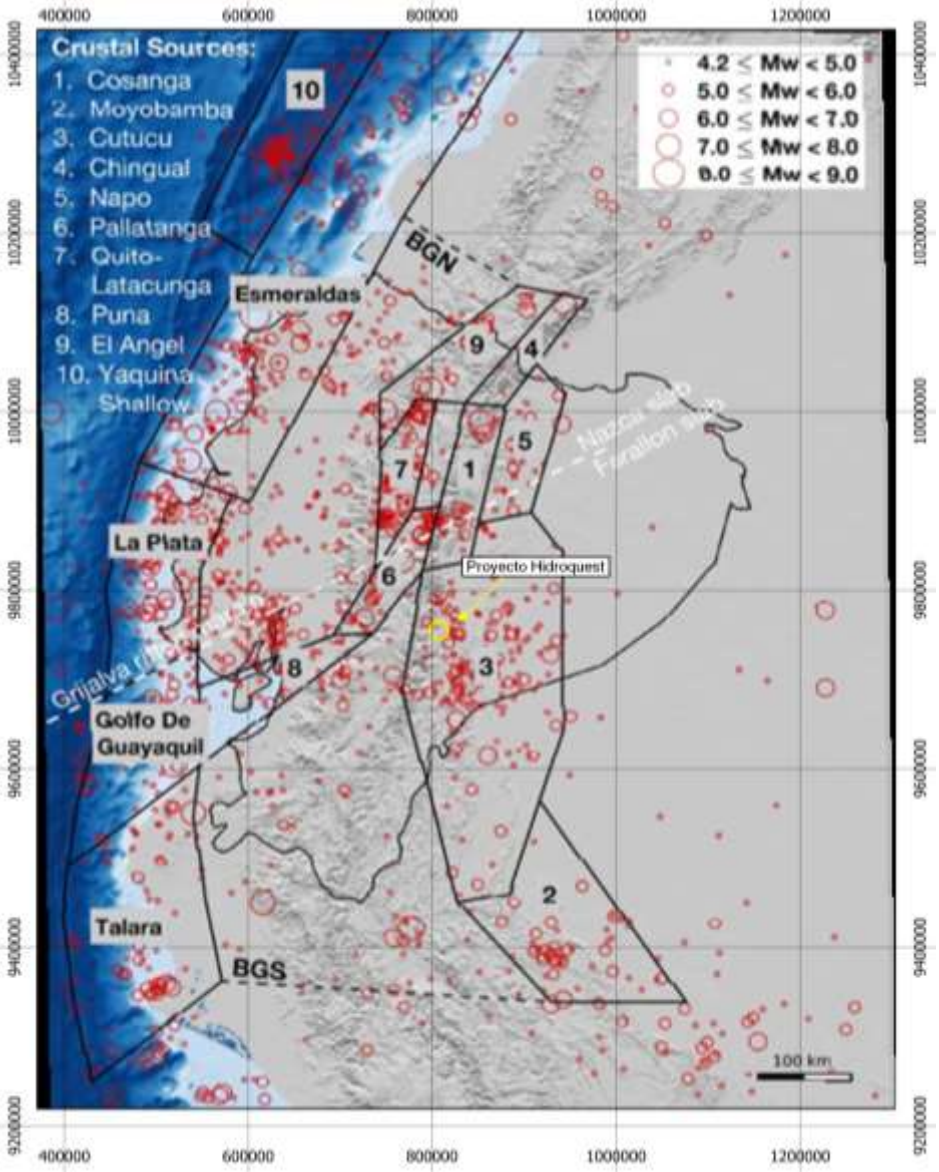


Figura 7. 4: Fuentes sísmicas tipo corticales
Fuente: Beauval et al. (2018)

El dominio del trasarco andino se ha subdividido en tres fuentes: Napo, Cutucú y Moyobamba. En este dominio hay dos levantamientos estructurales principales: Napo y Cutucú que caracterizan el cinturón de plegado y empuje subandino con tendencia N-S en Ecuador, ambos convergiendo hacia la Depresión de Pastaza. Los ejes de los dos levantamientos son desviados por la depresión, por lo que se utiliza como límite de las fuentes. La desviación también se nota por la sismicidad de baja energía que se inclina hacia el Depresión de Pastaza.

En Cutucú se registra el evento sísmico de 7.0Mw de 1995, y la evidente sismicidad en la parte central de la fuente probablemente esté relacionada con la parte activa actual del levantamiento de Cutucú (Yepes et al., 2016).

De acuerdo con Alvarado et al. (2012) el área del proyecto que se localiza en el sureste de Ecuador está contenido en el sistema de fallas de Macas, que limita con la Cordillera Real en su lado occidental y probablemente era parte de la falla Méndez al norte de su trazado actual (Figuras 7.5a; Aspden y Litherland, 1992). Las evidencias morfológicas sugieren una deformación compresional y una contribución al cinturón de plegado y empuje subandino (Bès de Berc et al., 2005) aunque no hay sismicidad cortical significativa parece estar relacionada con esta estructura (Figura 7.5b).

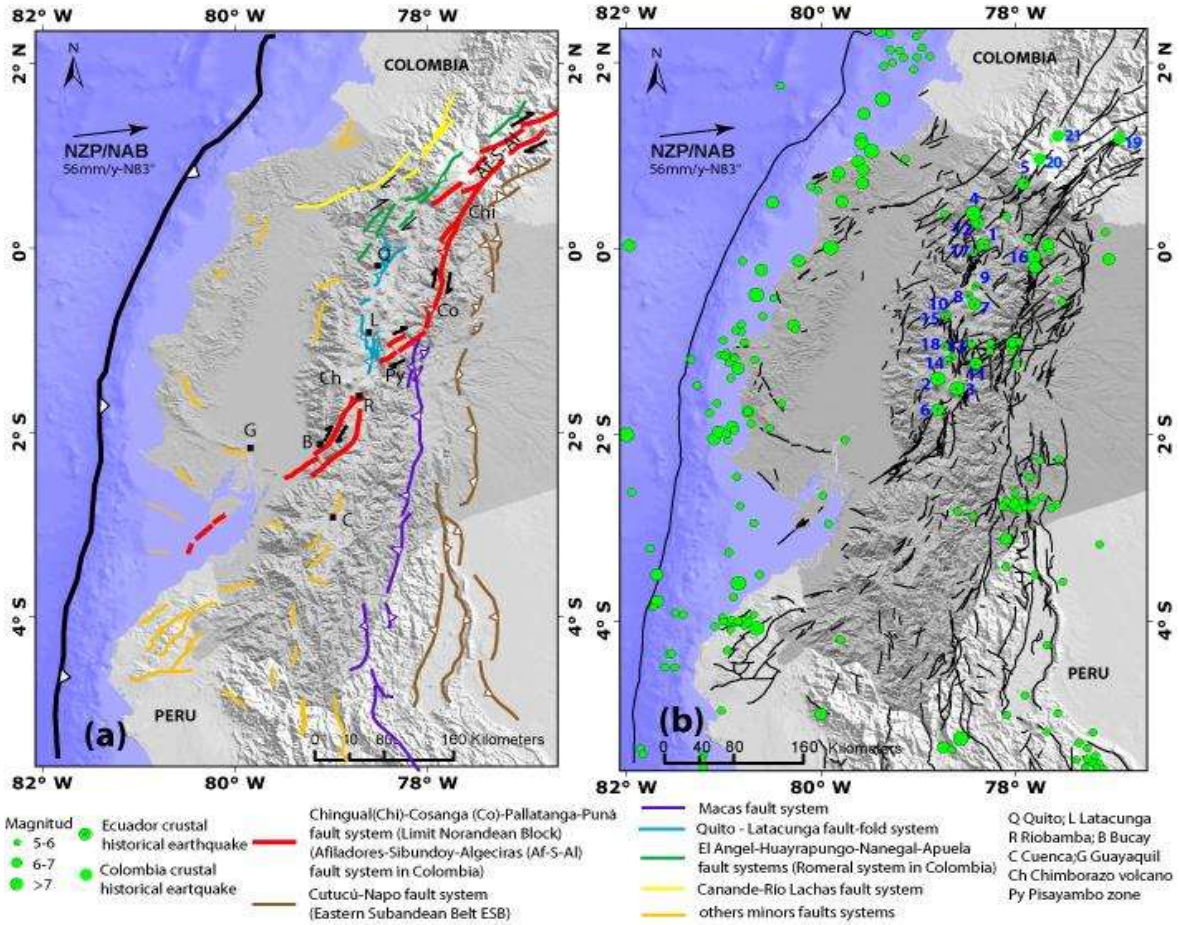


Figura 7. 5: a) Mapa de fallas activas del Ecuador: sistemas de fallas activas y su cinemática cuaternaria. b) Sismicidad cortical instrumental e histórica en Ecuador (>40 km de profundidad, y Magnitud >5).
Fuente: Alvarado et al. (2012)

De acuerdo con el último informe anual sísmico (año 2022) obtenido del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional se indica que en el área de interés se han producido algunos sismos, principalmente en la fuente Cutucú (Beauval et al. 2018; Yepes et al., 2016), dicha fuente junto con fuente Napo definen el levantamiento y los pliegues en la zona subandina.

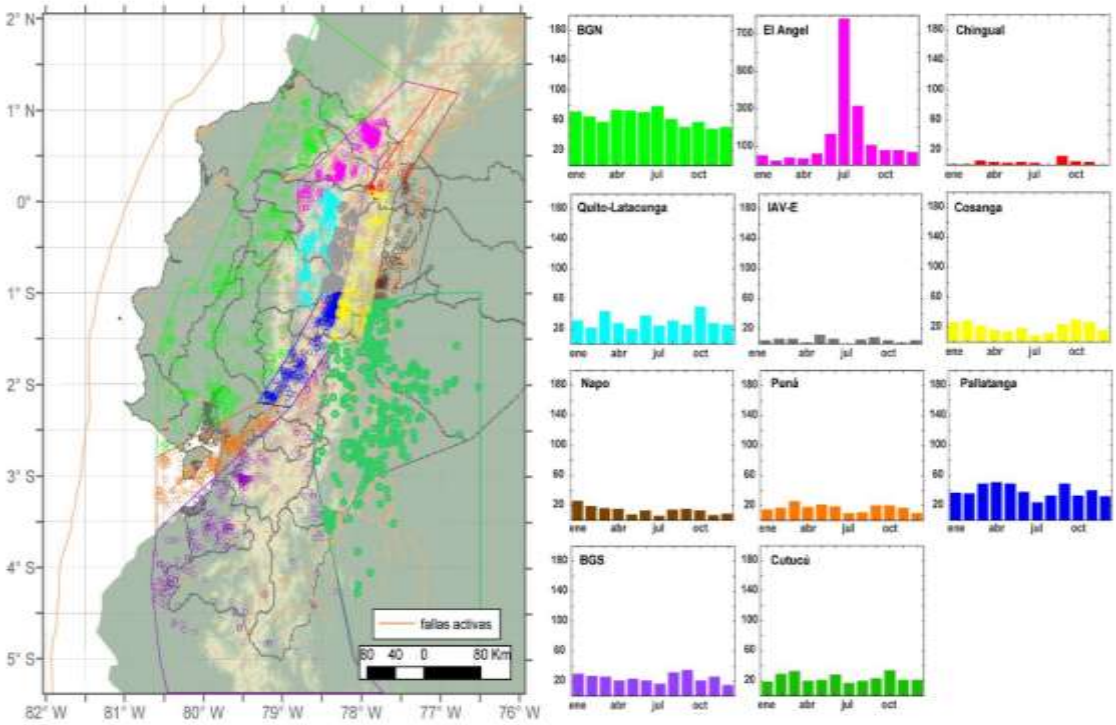


Figura 7. 6: Número mensual de los eventos en las fuentes corticales (Beauval et al. 2018) en el año 2022. La profundidad de los eventos es de hasta 35 km. Consulta a la base: febrero 2023. Fuente y elaboración: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, Informe 2022

En el 2022, el número mensual de eventos en las fuentes corticales fue menor a 40 en la fuente Cutucú, con magnitudes que en promedio alcanzaron 1,6Mw (Figura 7.7). En general, los sismos de la fuente Cutucú son en su mayoría de baja magnitud. La máxima magnitud alcanzada en este año fue de 4,38Mw (Tabla 7.7)

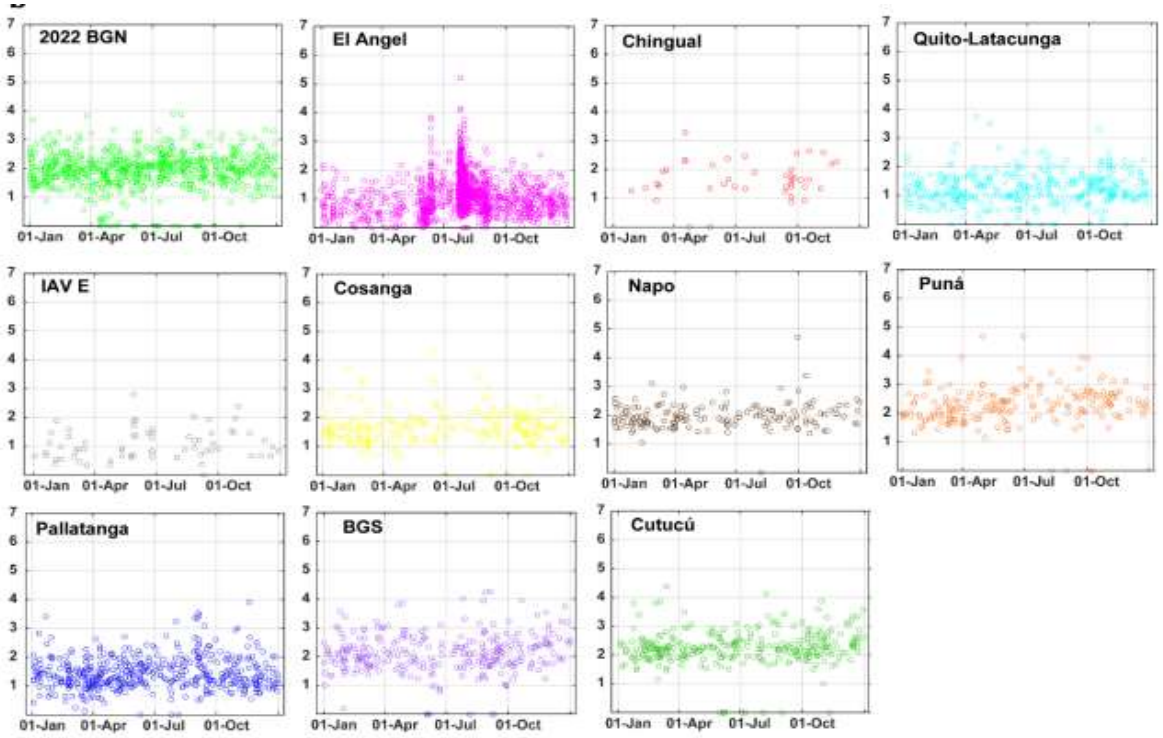


Figura 7. 7: Magnitudes de los sismos ocurridos en cada una de las fuentes sísmicas corticales durante el año 2022. Consulta a la base: febrero 2023.
Fuente y elaboración: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, Informe 2022

Tipo de fuente	Nombre de la fuente	Profundidad (km)	Magnitud máxima	Magnitud mínima	Magnitud promedio	Número de eventos
Fuentes corticales	BGN	0-35	3.90	-0.08	1.93	751
	BGS	0-35	4.27	0.00	2.10	294
	Chingual	0-35	3.29	0.00	1.66	43
	Cosanga	0-35	4.34	0.00	1.64	246
	Cutucú	0-35	4.38	0.00	2.25	286
	El Ángel	0-35	5.21	-0.18	1.17	1825
	IAV	0-35	2.80	0.00	1.07	67
	Napo	0-35	4.71	0.00	1.98	161
	Pallatanga	0-35	3.90	0.00	1.45	471
	Puna	0-35	4.68	0.00	2.27	204
	Quito - Latacunga	0-35	3.74	0.00	1.27	369

Tabla 7. 7: Características de la sismicidad de las fuentes sísmicas corticales. Consulta a la base: febrero 2023.
Fuente y elaboración: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, Informe 2022

De acuerdo con el ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS (2018), del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, la Provincia de Morona Santiago y zona del proyecto tiene un histórico de sismos de intensidad de 4,5,6 en Escala Mercalli, lo que a su vez representa un nivel de amenaza alto.

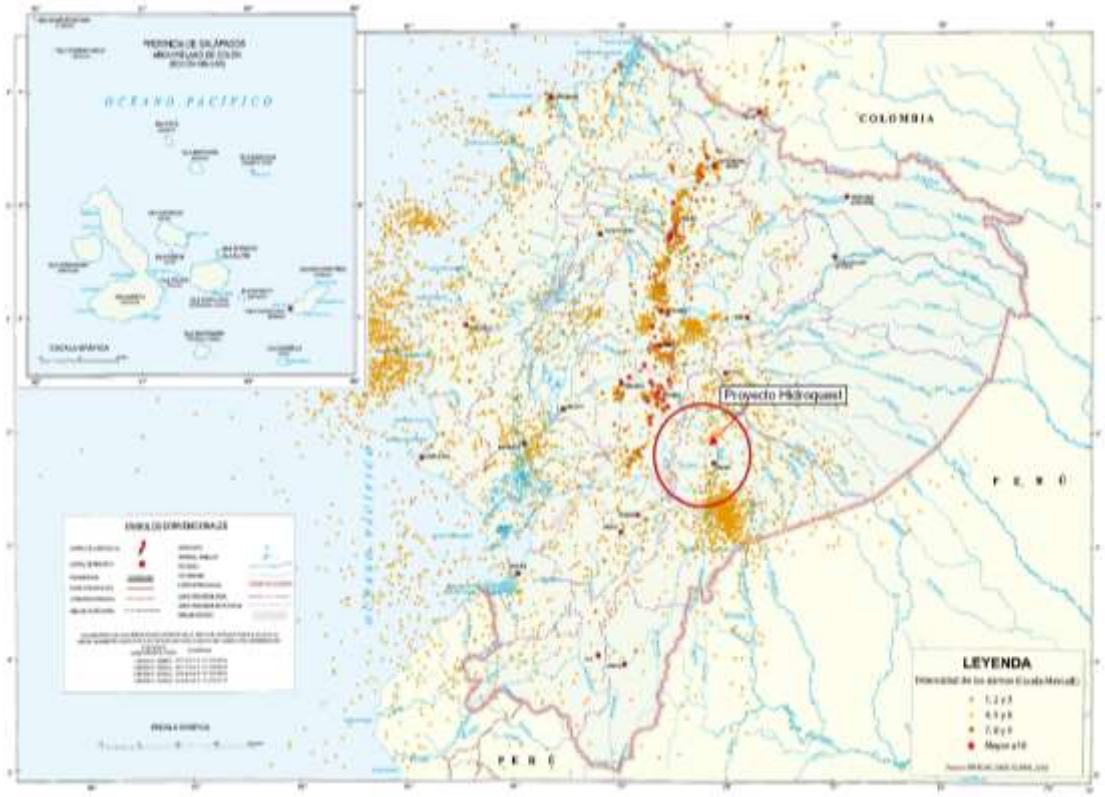


Figura 7. 8: Mapa de Distribución histórica de los sismos 1541-2006
Fuente: Atlas de Espacios Geográficos Expuestos a Amenazas Naturales y Antrópicas del 2018, del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias

Las condiciones de estabilidad de los sitios para cada una de las obras del proyecto Hidroquest son adecuadas y no se identifican procesos de inestabilidad de gran magnitud asociados a sismos, salvo deslizamientos superficiales puntuales de pequeña magnitud, que podrían influir en la fase de construcción de la obra. Para su mitigación, se deberá prever la construcción de sistemas de drenaje.

Los sitios de implantación no están amenazados directamente por procesos de inestabilidad. Las condiciones de cimentación para las obras de captación y sus obras anexas son adecuadas pues se estima se realizará parcialmente sobre el basamento rocoso.

Para el trazado de la conducción, de la chimenea de equilibrio, tanque de presión y la casa de máquinas, no se identifica, por el momento, amenazas mayores de inestabilidad que afecten los sitios en donde se implantarán.

Bajo estas premisas, aplicando la metodología de análisis de riesgos, la zona es susceptible a movimientos sísmicos de incidencia de alta escala. Por tanto, la evaluación del riesgo es la siguiente:

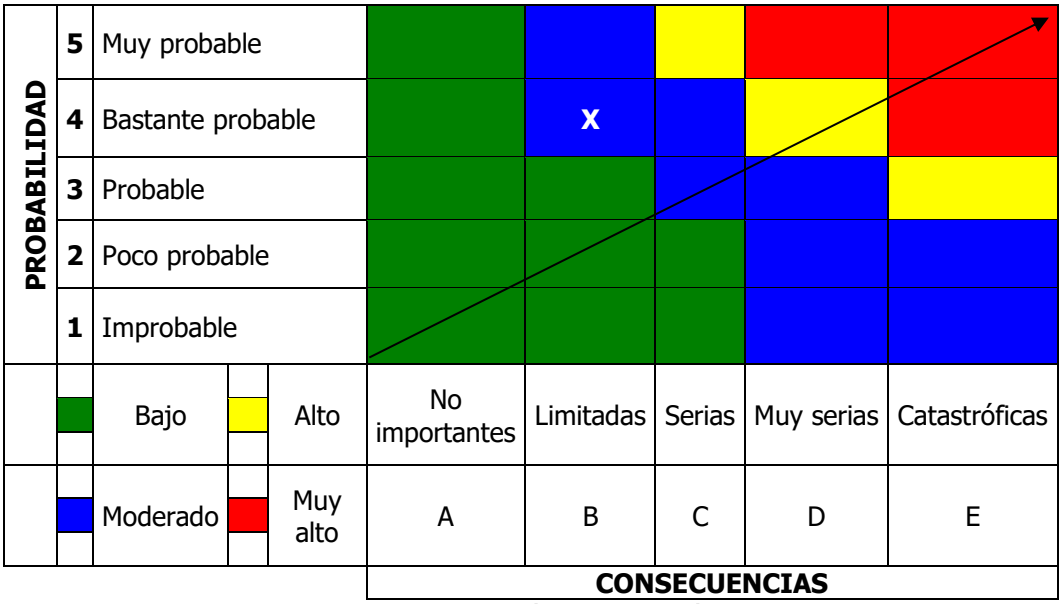


Tabla 7. 8: Evaluación de riesgo sísmico
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

De acuerdo con la matriz de riesgo sísmico, la probabilidad de ocurrencia de sismos en el sector donde se encuentra el proyecto es **Bastante Probable** y las consecuencias que presentaría serían **Limitadas**. Por lo tanto, el área de implantación del proyecto presenta un riesgo sísmico **Moderado**, lo que significa que, de ocurrir un sismo de magnitud significativa, el riesgo de llegar a afectar las estructuras del proyecto y su funcionalidad, así como las del área de influencia, es moderado. El riesgo se califica como **(4B).**

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Sísmico	4B MODERADO	Bastante Probable	Limitada

Tabla 7. 9: Calificación de riesgo sísmico
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.3.1.3. Movimiento en masa

Como se detalla en el "ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS", del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (2018), los movimientos en masa en el Ecuador han estado presentes a lo largo de su historia debido a sus características geológicas, geomorfológicas y climáticas, esto sumado a la ocupación de zonas montañosas crean el ambiente perfecto para la generación de este tipo de fenómenos.

Normalmente, los fenómenos de remoción en masa reciben una variedad de nombres, como deslizamientos, hundimientos, avalanchas, aluviones, subsidencias, derrumbes, solifluxión, desprendimientos, desplomes, entre otros. Entre los términos más comunes, se utilizan "deslizamientos" cuando el movimiento del material es rápido y ocurre a lo largo de una superficie inclinada o

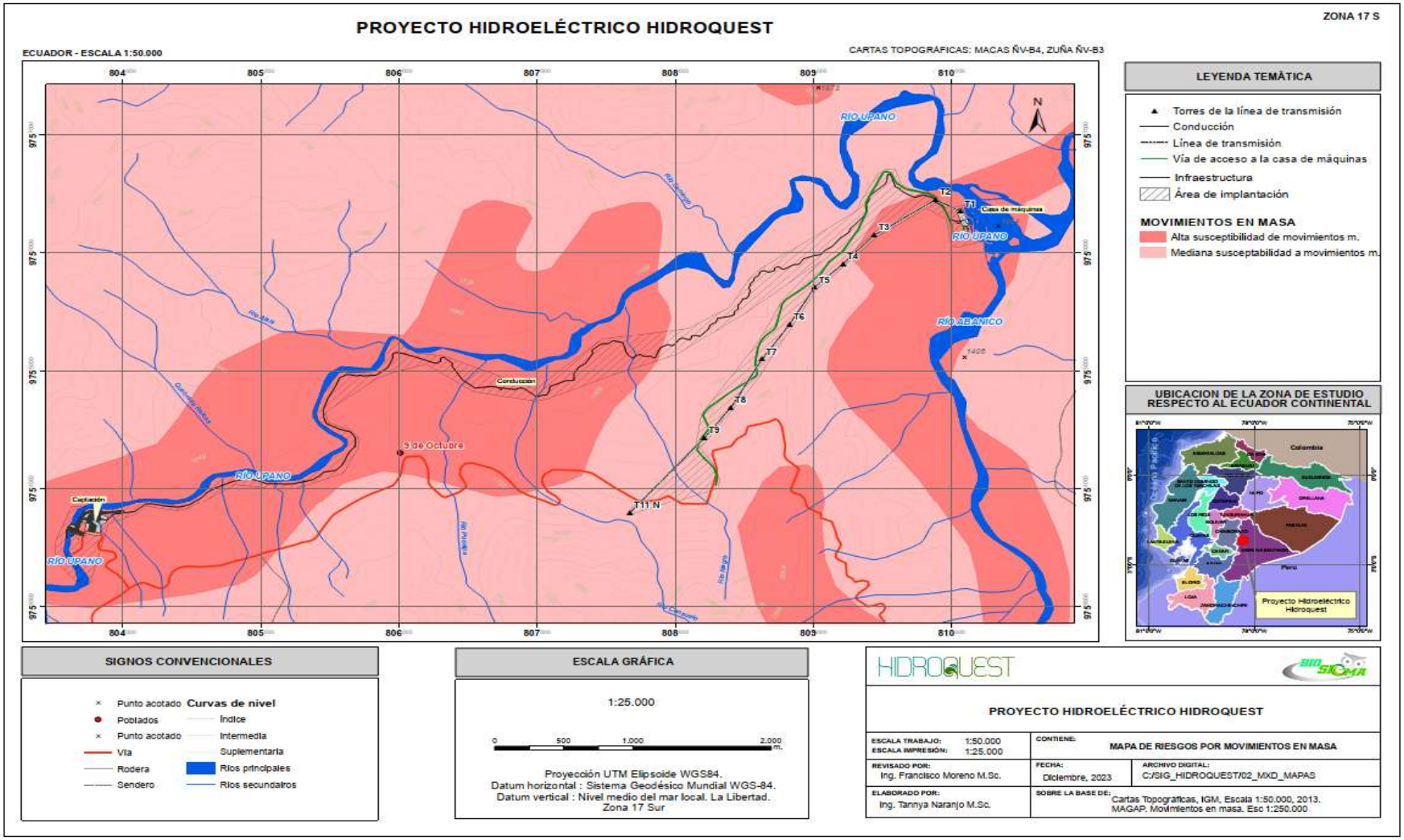
una línea de falla. También se denominan "derrumbes" cuando implican la separación repentina de segmentos de un lecho de material de cualquier tamaño.

Los movimientos en masa se producen preferentemente sobre las pendientes superiores a 20º, entendiendo que un factor específico que influyente en estos movimientos es el tipo de material que conforman las formaciones geológicas, los depósitos superficiales y consecuentemente el tipo o calidad del suelo presente en la zona.

Particularmente, las características geológicas y mecánicas de los materiales que están constituyendo las rocas metamórficas y depósitos coluviales antiguos como jóvenes por donde se proyecta la construcción de las facilidades del proyecto hidroeléctrico Hidroquest los hace susceptibles a movimientos en masa.

Figura 7. 9: Vista de las áreas, susceptibles a movimientos

Figura 7. 10: Vista de las áreas escarpadas en el sector del proyecto, no se evidencian fenómenos de movimientos en masa



Mapa 7. 2: Mapa de riesgos de movimientos en masa
Fuente: IGM/MAGAP
Elaboración: Equipo consultor

La susceptibilidad de las obras previstas para el proyecto puede verse influenciada por una serie de factores:

- **Pendiente del terreno:** cuanto más empinada sea la pendiente, mayor será la susceptibilidad a la erosión. Las pendientes pronunciadas permiten que el agua fluya con mayor rapidez, lo que puede llevar a una erosión más significativa. Los movimientos en masa tienden a ocurrir con mayor frecuencia en pendientes que superan los 20°.

- **Geología local:** la composición geológica de la región también puede desempeñar un papel importante. Algunos tipos de rocas y suelos son más propensos a la erosión que otros debido a su resistencia y cohesión inherentes. Así, gran parte de las laderas a lo largo del proyecto presentan caída de roca porque corresponden a material coluvial, debido a su facilidad de meteorización, al igual que las rocas metamórficas que en su mayoría presentan planos de debilidad y favorecen a la inestabilidad.

- **Tipo de suelo:** Los suelos arenosos y sueltos tienden a ser más susceptibles a la erosión que los suelos arcillosos o limosos, que retienen mejor la humedad y son más cohesivos. Lo que determina la calidad del suelo.

- **Cobertura vegetal:** la presencia de vegetación como árboles, arbustos y pasto, ayuda a proteger el suelo al evitar que sea arrastrado por el viento o el agua. La deforestación o la eliminación de la vegetación aumenta la susceptibilidad a la erosión.

- **Clima y precipitación:** las áreas con lluvias intensas o tormentas frecuentes son más propensas a la erosión, ya que el agua puede moverse con mayor fuerza sobre la superficie del suelo.

- **Actividades humanas:** la construcción de carreteras, urbanización, agricultura intensiva, pueden perturbar el suelo y aumentar la susceptibilidad a la erosión. La eliminación de la cubierta vegetal y la compactación del suelo son ejemplos de cómo las actividades humanas pueden contribuir a la erosión. Otras actividades humanas como explosiones, paso de maquinarias, minería e hidroeléctricas, también favorecen los movimientos en masa.

- **Fallas geológicas:** fallas son zonas de debilidad en la corteza terrestre donde las rocas se han fracturado y desplazado, además de que, en las cercanías de una falla geológica, las tensiones tectónicas pueden acumularse a lo largo del tiempo, y cuando se liberan repentinamente debilitan la estabilidad del terreno, lo que hace que sea más propenso a movimientos en masa.

- **Actividad sísmica:** debido a que los terremotos generan vibraciones y ondas sísmicas, pueden sacudir y debilitar el suelo y las rocas, y desencadenar el colapso de pendientes y laderas inestables, dando lugar a movimientos en masa.

En la margen Norte (Izquierda) del río Upano se evidencia la presencia de varios escarpes de movimientos en masa recientes, por lo que se estima estará afectada por posibles movimientos de laderas de regular magnitud. Este tipo de riesgos no afectarán directamente al proyecto Hidroquest. Sin embargo, es importante tener en cuenta este criterio.

En la margen Sur (Derecha) del río Upano se identifica la presencia de pocos escarpes de movimientos en masa, por lo que se infiere no estarán afectadas por deslizamientos importantes, sino posiblemente por deslizamientos menores que pueden ser controlables en especial en la etapa de construcción del proyecto. Esto se evidencia ya que las laderas presentan pendientes moderadas a bajas, salvo en el último tramo (desde la 8+000 a la 8+700, aproximadamente) donde se podrían tener deslizamientos de magnitud media.

Las obras previstas en la margen Sur (Derecha) que puedan ser afectadas por posibles inestabilidades menores, se estima podrían ser causadas por una baja resistencia al corte que presenten los coluviales y suelos residuales que cubren parcialmente estas laderas.

Con lo establecido en el Atlas de Espacios Geográficos expuestos a Amenazas Naturales y Antrópicas (2018), el área en donde se asienta el proyecto tiene una caracterización de media a alta susceptibilidad a deslizamientos en masa.

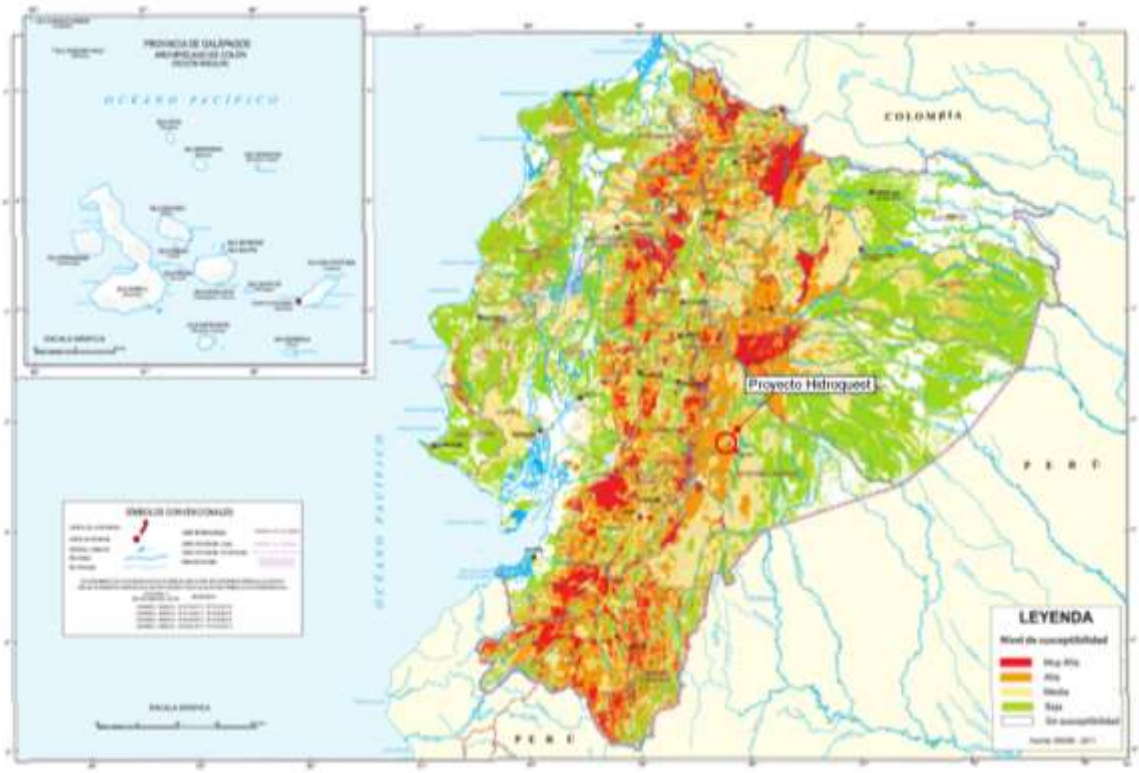


Figura 7. 11: Susceptibilidad a movimientos en masa
Fuente y elaboración: ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS 2018, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias

Bajo el análisis realizado se determina que el proyecto se ubica en una zona de pendientes de mediana y fuerte inclinación en donde las características geológicas

y mecánicas de los materiales que están constituyendo laderas la hace susceptible a movimientos en masa.

Con este antecedente y en base a la información levantada por el MAGAP para la zona de estudios, la evaluación del riesgo es la siguiente:

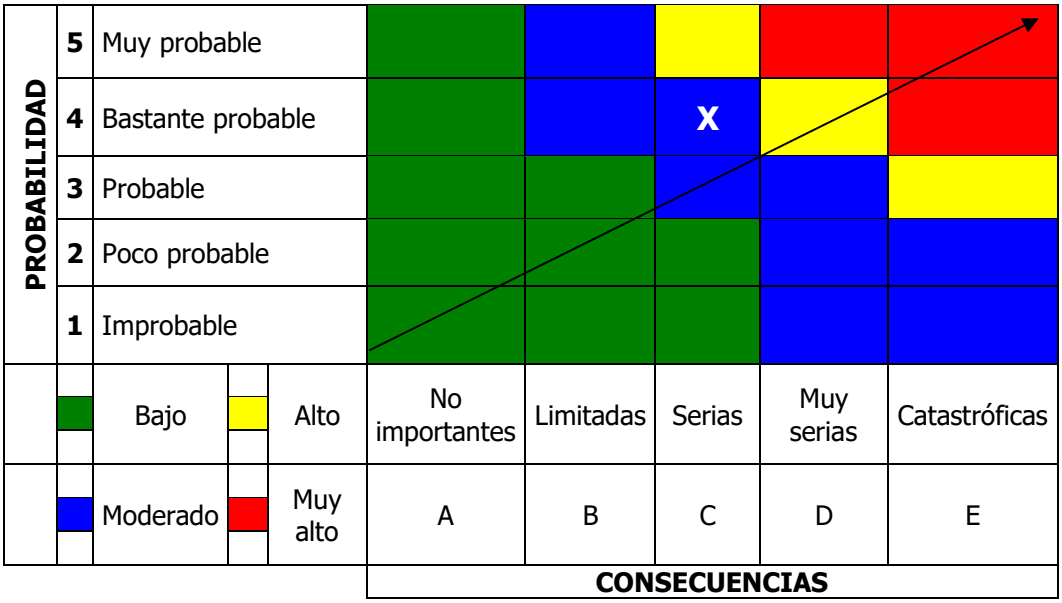


Tabla 7. 10: Evaluación de riesgo movimientos en masa
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

De acuerdo con la matriz de riesgo de movimientos en masa, la probabilidad de ocurrencia de estos movimientos en el sector donde se encuentra el proyecto es **Bastante Probable** y las consecuencias que presentaría serían **Serias**. Por lo tanto, el área de implantación del proyecto presenta un riesgo de movimientos en masa **Moderado**, lo que significa que, de ocurrir un fenómeno de remoción en masa de magnitud significativa, el riesgo de llegar a afectar las estructuras del proyecto y su funcionalidad es moderado. El riesgo califica como **(4C).**

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Movimientos en masa	4C MODERADO	Bastante Probable	Seria

Tabla 7. 11: Calificación de riesgo movimientos en masa
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.3.1.4. Inundaciones

Como se detalla en el "ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS", del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (2018), las inundaciones están consideradas entre las amenazas naturales más destructivas y comunes, debido a la amplia distribución geográfica de las llanuras de inundación de los ríos y las zonas costeras bajas. Las inundaciones son causadas principalmente por fenómenos hidrometeorológicos, se producen cuando las se producen cuando las precipitaciones normales,

precipitaciones de intensidades fuertes o eventos extraordinarios (por ejemplo, el fenómeno de El Niño) sobrepasan la capacidad máxima de retención de agua e infiltración del suelo (inundación por saturación del suelo). Las inundaciones también se producen cuando el caudal de agua supera a la capacidad máxima de transporte de los ríos, quebradas o esteros, produciendo que los causes se estos drenajes se desborden e inunden los terrenos adyacentes.

No sólo los fenómenos climáticos o hidrológicos son causantes de que ocurran inundaciones, también lo son otros factores como degradación del suelo, y la descarga súbita del agua contenida en una presa o embalse.

De acuerdo con el análisis establecido en el ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS (2018), la Provincia de Morona Santiago en donde se localiza el proyecto tiene una caracterización de baja o nula susceptibilidad a inundaciones

Figura 7. 12: Susceptibilidad a inundaciones
Fuente y elaboración: ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS. © 2018, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias

A pesar de que el proyecto hidroeléctrico y su infraestructura se construirían sobre o en las márgenes del Río Upano; no se observa la posibilidad de inundaciones generadas por la crecida de este río o alguno de sus afluentes o por lluvias torrenciales que pudieran ocurrir en el área.

Bajo el análisis de los estudios hidrológicos y modelamientos el proyecto (Ver anexos componente físico) se determina que el proyecto se ubica en una zona no inundable. Bajo estos antecedentes la evaluación de riesgo es la siguiente:

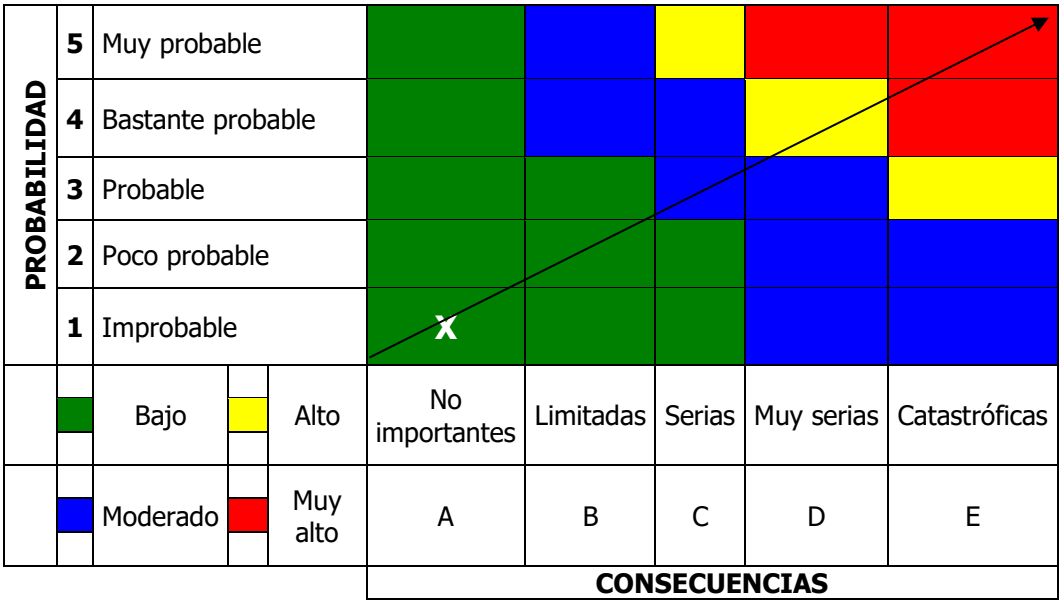
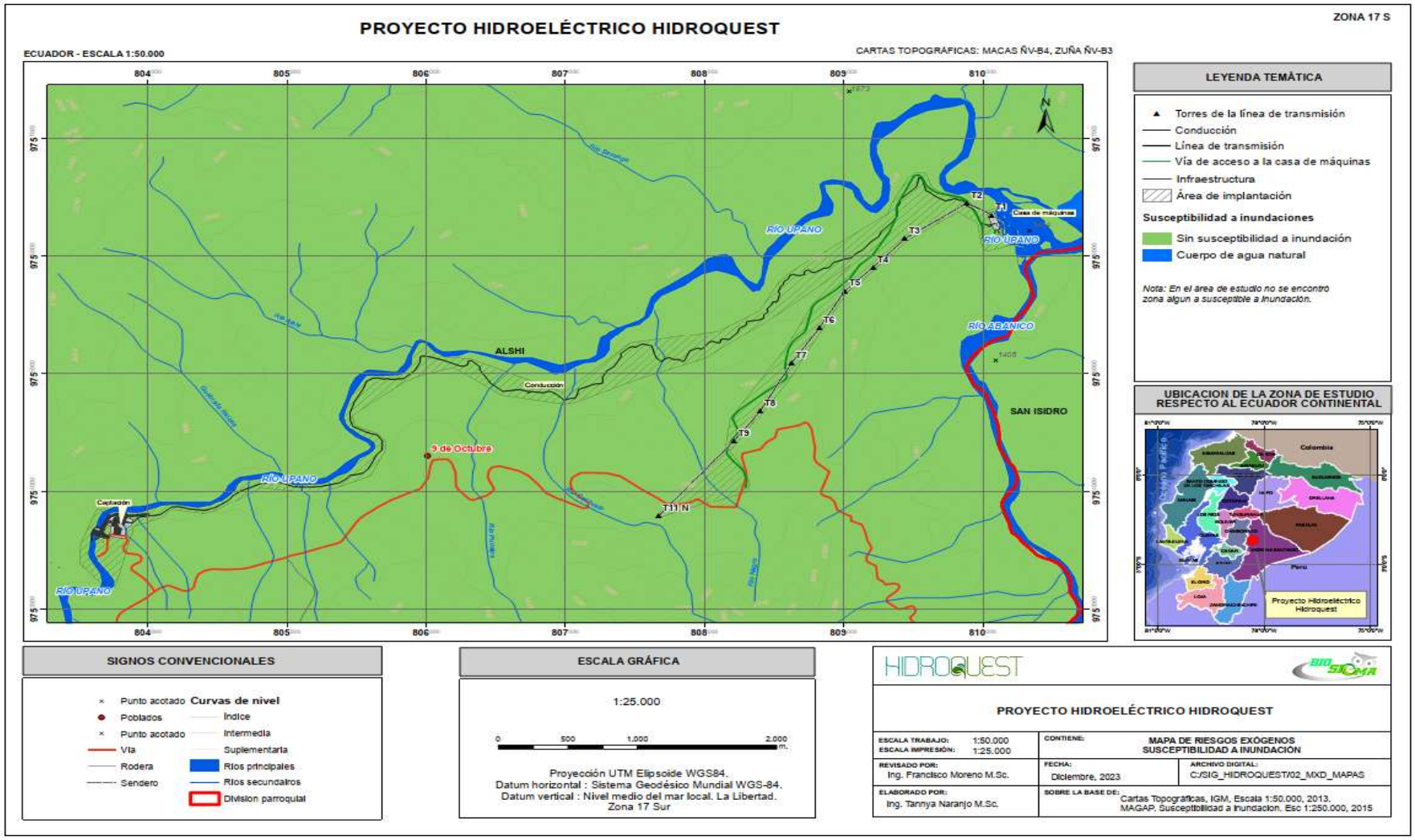


Tabla 7. 12: Evaluación de riesgos por inundación
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

De acuerdo con la matriz de riesgo por inundación, la probabilidad de ocurrencia de inundación en el sector donde se encuentra el proyecto es **Improbable** y las consecuencias que presentaría serían **No importantes**. Por lo tanto, el área de implantación del proyecto presenta un riesgo por inundación **Bajo**, lo que significa que, difícilmente llegaría a ocurrir un fenómeno de inundación que pueda llegar a afectar las estructuras del proyecto y su funcionalidad. El riesgo califica como **(1A).**

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Inundación	1A BAJO	Improbable	No importantes

Tabla 7. 13: Calificación de riesgo por inundación
Fuente y elaboración: Equipo consultor



Mapa 7. 3: Mapa Riesgos por inundación
Fuente: MAGAP 2015
Elaboración: Equipo consultor

7.3.1.5. Déficit hídrico-Sequías

Se percibe el valor del recurso hídrico porque es uno de los bienes indispensables para el correcto desarrollo del ecosistema natural, y su desequilibrio produce serios problemas en el entorno. Así, se define a "Déficit Hídrico" como el escenario donde el agua disponible no es suficiente para satisfacer la demanda de una zona específica según un período de tiempo; mientras que se entiende como "Sequía" a la situación en la que existe un déficit hídrico que provoca daño a la vegetación y los suelos y se produce principalmente por la ausencia total o parcial de lluvias ("Atlas de Espacios Geográficos Expuestos a Amenazas Naturales y Antrópicas", del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2018).

Las causas naturales que pueden desencadenar la escasez de agua se deben al calentamiento desigual de los océanos y las superficies continentales, lo que provoca cambios en las temperaturas y la presión atmosférica, generando sistemas de vientos y corrientes de aire que dan lugar a fenómenos meteorológicos. Además, las variaciones en la actividad solar y las erupciones volcánicas también pueden ser factores contribuyentes.

En temporada de altas temperaturas, el "estiaje" es uno de los riesgos que podemos intuir que se deriven de ésta. Puesto que se alcanza el nivel mínimo de caudal en los ríos, lagunas o acuíferos, esto se debe principalmente a la sequía, que es causada por el aumento de las temperaturas debido al cambio climático. Además, en esta temporada del año, la mayor cantidad de luz solar conduce a una mayor evaporación de los cuerpos de agua, lo que también contribuye al estiaje.

Las sequías no tienen un gran impacto en el funcionamiento de las ciudades, pero en las zonas rurales afectan directamente a los cultivos, y además pueden ocasionar apagones debido a la escasez de lluvias en las cuencas hidrográficas, lo que resulta en la disminución del caudal en las represas de las plantas hidroeléctricas.

Al igual que el fenómeno de "El Niño" provoca un exceso de lluvias, su contraparte, "La Niña", suele ocasionar condiciones de sequía. En Ecuador, las provincias más afectadas por la presencia de este fenómeno natural son El Oro y Manabí, seguidas por Azuay, Guayas, Tungurahua, Pichincha, Imbabura, Esmeraldas y Carchi, en orden decreciente de afectación.

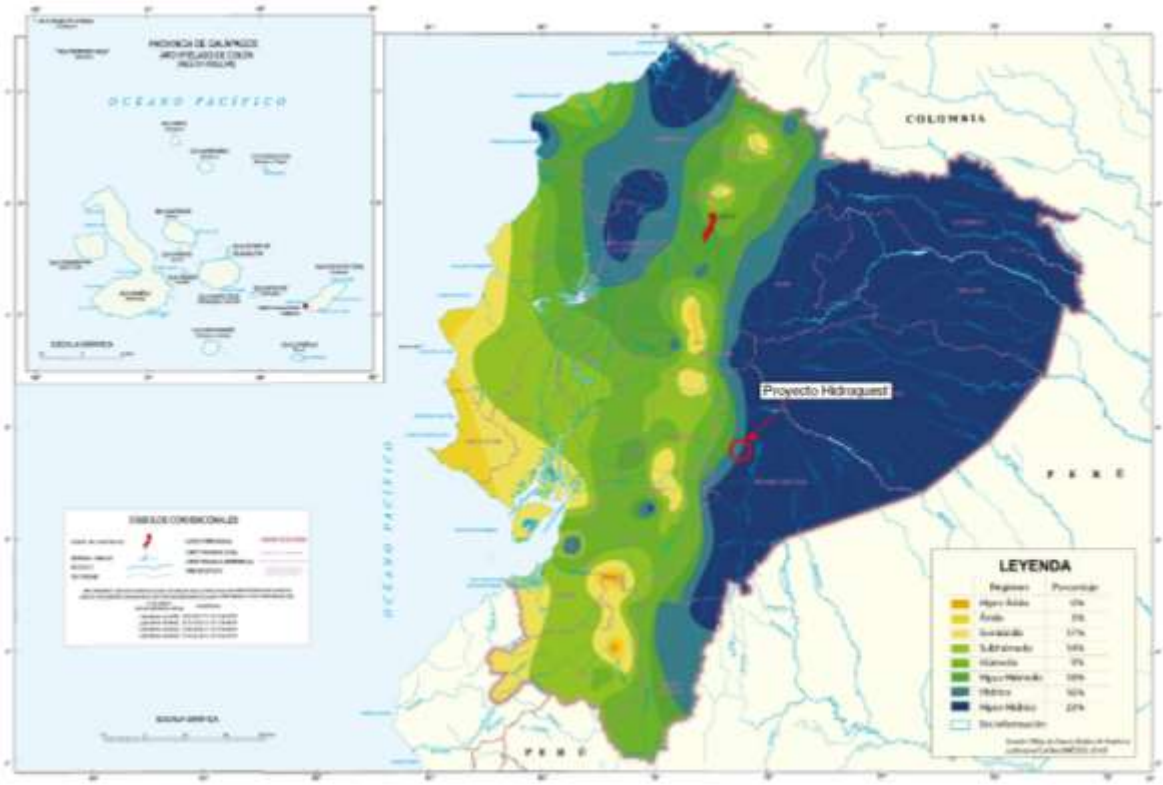


Figura 7. 13: Mapa de aridez del Ecuador
Fuente y elaboración: ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS. © 2018, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias.

En el Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe (UNESCO, 2010), se delimitó aquellas zonas sujetas a aridez del Ecuador, cuyos resultados indican que la provincia de Morona Santiago en donde se localizaría el proyecto hidroeléctrico corresponde a un régimen hídrico a hiperhídrico.

La zonificación de susceptibilidad a déficit hídrico combina aspectos físicos y análisis estadísticos de parámetros meteorológicos y ambientales, y determina que el área de implantación del proyecto Hidroquest se encuentra en un estado "Sin amenaza".

Figura 7. 14: Mapa de susceptibilidad a déficit hídrico
Fuente y elaboración: ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS. © 2018, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias.

Con estos antecedentes la evaluación de riesgo es la siguiente:

PROBABILIDAD									
	5	Muy probable							
	4	Bastante probable							
	3	Probable			X				
	2	Poco probable							
	1	Improbable							
		Bajo		Alto	No importantes	Limitadas	Serias	Muy serias	Catastróficas
		Moderado		Muy alto	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
					CONSECUENCIAS				

Tabla 7. 14: Evaluación de riesgos por déficit hídrico - sequías
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril, 2008
Elaboración: Equipo consultor

De acuerdo con la matriz de riesgo por déficit hídrico, la probabilidad de ocurrencia de deficiencia del aporte hídrico en el sector donde se encuentra la

generación hidroeléctrica del proyecto es **Probable** y las consecuencias que presentaría serían **Limitadas**, puesto que temporalmente los megavatios generados disminuirían. Por lo tanto, el área de implantación del proyecto presenta un riesgo **Bajo** por el decaimiento de los caudales, lo que pueda llegar a afectar la funcionalidad del proyecto. El riesgo se califica como **(3B).**

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Déficit hídrico	3B BAJO	Probable	Limitada

Tabla 7. 15: Calificación de riesgo por déficit hídrico - sequías
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.3.2. RIESGOS BIÓTICOS

Los riesgos bióticos identificados y evaluados son:

7.3.2.1. Caída de árboles

La caída de árboles constituye un riesgo para el personal de campo. Se debe tener en cuenta que las constantes lluvias en época invernal y las maniobras de desbroce podrían ocasionar la caída de ramas y, eventualmente, árboles. Se estima que este evento eventualmente podría ocurrir una o más veces a lo largo de un año, considerando las características climáticas del área del proyecto y las áreas en las que se construirá.

Bajo el análisis del estudio de flora se determina que este riesgo está presente principalmente en el área de construcción del DDV dentro del Bosque Protector Abanico, en el área de Casa de Máquinas, vía de acceso y Línea de Transmisión. Acorde a estos antecedentes la evaluación de riesgo es la siguiente:

PROBABILIDAD									
	5	Muy probable							
	4	Bastante probable							
	3	Probable			x				
	2	Poco probable							
	1	Improbable							
		Bajo		Alto	No importantes	Limitadas	Serias	Muy serias	Catastróficas
		Moderado		Muy alto	A	B	C	D	E
					CONSECUENCIAS				

Tabla 7. 16: Evaluación de riesgos por caída de árboles
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

De acuerdo con la matriz de riesgo, la probabilidad de ocurrencia de caída de árboles en el sector donde se encuentra la generación hidroeléctrica del proyecto es **Probable** debido a las condiciones climáticas y las consecuencias que presentaría serían **Limitadas**. Por lo tanto, el área de implantación del proyecto presenta un riesgo **Bajo** por caída de árboles, pero de ocurrir puede llegar a afectar puntual y esporádicamente la funcionalidad del proyecto. El riesgo se califica como **(3B).**

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Caída de árboles	3B BAJO	Probable	Limitada

Tabla 7. 17: Calificación de riesgo por caída de árboles
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.3.2.2. Contacto con plantas urticantes y espinosas

Dentro del área del proyecto existen zonas de cobertura vegetal abundante en especial dentro del Bosque Protector Abanico por lo cual la presencia de plantas urticantes y/o espinosas a nivel de sotobosque (árboles juveniles, herbáceas y arbustivas), que podrían afectar a la piel del personal de campo que no use el equipo de protección personal adecuado (guantes), causando incrustaciones y cortes que originarían inflamaciones cutáneas existe.

Acorde a estos antecedentes la evaluación de riesgo es la siguiente:

PROBABILIDAD									
	5	Muy probable							
	4	Bastante probable							
	3	Probable							
	2	Poco probable			X				
	1	Improbable							
	Bajo		Alto		No importantes	Limitadas	Serias	Muy serias	Catastróficas
	Moderado		Muy alto		A	B	C	D	E
					CONSECUENCIAS				

Tabla 7. 18: Evaluación de riesgos por contacto con plantas urticantes y espinosas
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

De acuerdo con la matriz de riesgo la probabilidad de contacto con plantas urticantes y espinosas donde se encuentra el proyecto es **Poco probable**,

considerando que estos riesgos pueden ocurrir una o más veces, y las consecuencias que presentaría serían **Limitadas**, debido a que el riesgo es de carácter puntual y de baja peligrosidad. Por lo tanto, el área de implantación del proyecto presenta un riesgo por contacto con plantas urticantes y espinosas es **Bajo (2B).**

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Contacto con plantas urticantes y espinosas	2B BAJO	Poco Probable	Limitada

Tabla 7. 19: Calificación de riesgo por contacto con plantas urticantes y espinosas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.3.2.3. Mordedura de serpientes

Las serpientes venenosas son comunes en los ecosistemas tropicales, tanto en bosque como en lugares intervenidos. Estas especies pueden causar lesiones al personal de campo al inyectar veneno mediante mordeduras. El personal que trabajará en los sitios de bosque a desbrozar, en los potreros de las fincas o zonas de cultivo, puede encontrar serpientes venenosas en sus labores diarias.

Considerando que este riesgo puede ocurrir una o más veces, de carácter puntual y peligroso por las consecuencias que trae consigo una mordedura de serpiente, este factor tiene una calificación de riesgo **Moderado**. El riesgo podría presentarse al realizar actividades de campo, cotidianas del proyecto.

En la siguiente tabla se presenta el resultado de la evaluación del riesgo

PROBABILIDAD								
	5	Muy probable						
	4	Bastante probable						
	3	Probable			x			
	2	Poco probable						
	1	Improbable						
	Bajo		Alto	No importantes	Limitadas	Serias	Muy serias	Catastróficas
	Moderado		Muy alto	A	B	C	D	E
				CONSECUENCIAS				

Tabla 7. 20: Evaluación de riesgos por mordedura de serpiente
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Mordedura de serpientes	3C MODERADO	Probable	Seria

Tabla 7. 21: Calificación de riesgo por mordedura de serpiente
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.3.3. RIESGOS SOCIOECONÓMICOS

Los riesgos socioeconómicos identificados y evaluados son:

7.3.3.1. Paralizaciones de actividades por pobladores de la zona

El proyecto se encuentra emplazado en la Parroquia Alshi/9 de Octubre atravesando áreas de fincas en donde no existen viviendas o poblaciones consolidadas. Conforme la percepción, el 76,67% de los entrevistados manifiesta tener una buena opinión sobre la construcción de la central hidroeléctrica, como factores positivos señalan el empleo, los aportes a la parroquia y algunas obras de beneficio comunitario.

Pese a la percepción mayoritariamente positiva, existe un riesgo potencial por parte de la población en relación con el proyecto. Es un riesgo considerado como probable y podría tener efectos desde limitados hasta graves en el avance del proyecto. Esto se debe principalmente a posibles expectativas no comprendidas por parte de la población.

Cabe señalar que el riesgo social deberá ser solventado desde Relaciones Comunitarias (RRCC) considerando que ya existe una relación comunitaria con proyectos de la misma naturaleza en la zona.

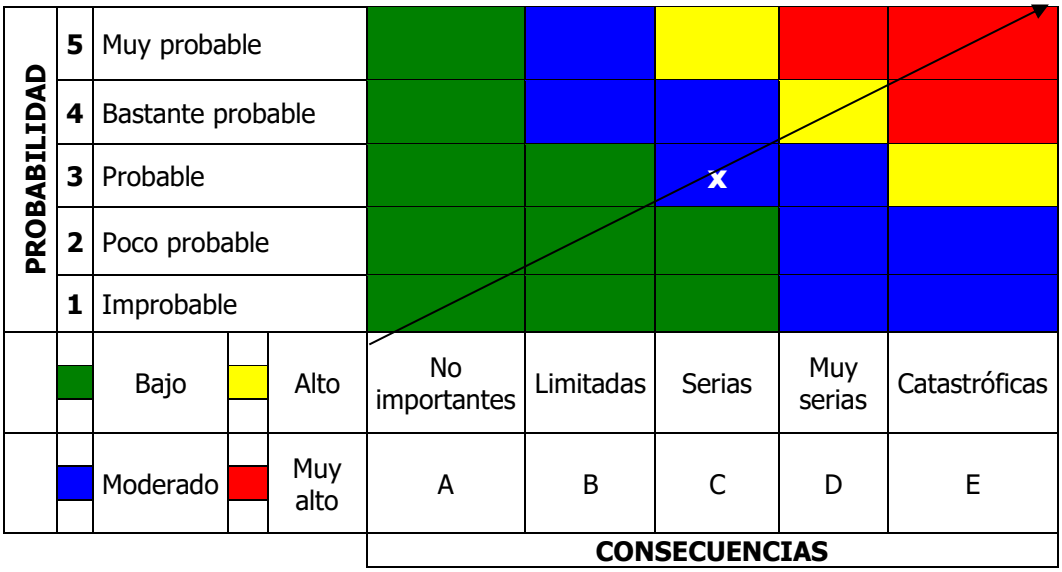


Tabla 7. 22: Evaluación de riesgos por paralizaciones por pobladores
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

Dado que se trata de un proyecto que permite mejorar el servicio de energía eléctrica y la demanda actual de la población justamente por la calidad de este, es poco probable que los pobladores paralicen las actividades del proyecto. Sin embargo, de existir expectativas no comprendidas por parte de la población, el riesgo de que se produzcan estos hechos es **Probable** y con consecuencias **Serias,** por ello se lo califica como un nivel de riesgo como **Moderado (3C).**

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Paralizaciones por pobladores	3C MODERADO	Probable	Seria

Tabla 7. 23: Calificación de riesgo por paralizaciones de pobladores
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO SOBRE EL AMBIENTE

Las actividades que se realizarán como parte de la construcción, operación y cierre del proyecto conllevan a una serie de acciones que puedan tener riesgos sobre el ambiente dependiendo de la vulnerabilidad del componente ambiental, así como de las estructuras, equipos y tecnología empleadas.

7.4.1. RIESGOS FÍSICOS

La evaluación de los riesgos incluye:

- Fallas operativas (fallas del operador, desajustes mecánicos, conexiones eléctricas deficientes, actos inseguros, etc.)
- Derrames (inadecuado manejo de combustibles o sustancias químicas)
- Incendios (inadecuado manejo de combustibles)
- Manejo de explosivos
- Inestabilidad de infraestructura

7.4.1.1. Fallas operativas

Se define como falla operativa al mal funcionamiento de estructuras eléctricas, inadecuadas conexiones, desajustes mecánicos y otras, relacionadas con el desvío de prácticas y procedimientos normales, seguros y confiables de operatividad, así como defectos en piezas, herramientas o equipos. Estas pueden generar afectaciones al entorno socioambiental y daños en la propia infraestructura, equipos y materiales.

Las fallas operativas pueden desencadenar en eventos, como explosiones e incendios, o limitarse a daños en equipos o en la infraestructura.

Dentro de las actividades previstas se considera el transporte de personal, equipos, materiales a las zonas del proyecto por vías lo cual es un riesgo para el tránsito que las utiliza. La distancia desde las ciudades de Macas o Riobamba hacia las áreas de intervención del proyecto es relativamente corta, y atraviesa algunas poblaciones.

Bajo este contexto la circulación de los vehículos de transporte debe considerar buenas prácticas para evitar accidentes el cual es un riesgo probable y limitado aunque prevenible mediante medidas de seguridad y control adecuadas.

Por otra parte durante las actividades constructivas se utilizará maquinaria pesada que a su vez involucra un riesgo operativo de accidentes al personal si no es adecuadamente gestionada. Este riesgo es probable y limitado, pudiendo ser prevenido con un adecuado control, evaluación de la capacidad de los operadores y supervisión especializada.

Es importante mencionar HIDROQUEST, manejará estándares que permiten el control de todos sus procesos, de tal manera que adicional a la optimización de los recursos, disminuyen la probabilidad de falla operativa de un equipo (actividades de mantenimiento) o la infraestructura, así como del factor humano, ya que el personal estará capacitado para desempeñar las funciones requeridas para todas las fases que contempla el proyecto.

PROBABILIDAD									
	5	Muy probable							
	4	Bastante probable							
	3	Probable			X				
	2	Poco probable							
	1	Improbable							
		Bajo		Alto	No importantes	Limitadas	Serias	Muy serias	Catastróficas
		Moderado		Muy alto	A	B	C	D	E
					CONSECUENCIAS				

Tabla 7. 24: Evaluación de riesgos por fallas operativas
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

De acuerdo con la matriz de riesgo la probabilidad de ocurrencia de fallas operativas donde se encuentra el proyecto es **Probable** y las consecuencias que presentaría serían **Limitadas**. Por lo tanto, el área de implantación del proyecto presenta un riesgo por fallas operativas **Bajo**, lo que significa que, de llegar a ocurrir un desajuste operativo que pueda llegar a afectar las estructuras del proyecto, a su funcionalidad y/o al personal, el riesgo es bajo **(3B).**

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Fallas operativas	3B BAJO	Probable	Limitada

Tabla 7. 25: Calificación de riesgo por operación de maquinaria
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.4.1.2. Derrames

Las operaciones implican la instalación de áreas de almacenamiento temporal de combustibles para el abastecimiento de la maquinaria. Alternativamente existe la posibilidad de disponer de un autotanque en el sitio del proyecto que abastezca de combustible a la maquinaria el momento que se requiera, de esta manera se evitaría un almacenamiento temporal.

En caso del almacenamiento temporal in situ se contaría con la infraestructura adecuada que incluye un cubeto de 110% de capacidad, impermeabilización, cubierta de protección y medidas para contingencia en caso de incendio, según sea la opción elegida.

Las operaciones incluirán por tanto el manejo y almacenamiento de combustibles lo cual pueden acarrear peligros potenciales por transporte o mala gestión o manejo de combustibles lo cual puede generar derrames del mismo.

Por otra parte existen substancias que son utilizadas en las actividades constructivas que podrían derramarse son: acelerador de fraguado, lubricantes para equipos, disolventes para limpieza que si bien se utilizan en pocas cantidades tienen diferente potencial de causar contaminación.

PROBABILIDAD								
	5	Muy probable						
	4	Bastante probable						
	3	Probable						
	2	Poco probable				X		
	1	Improbable						
	Bajo		Alto	No importantes	Limitadas	Serias	Muy serias	Catastróficas
	Moderado		Muy alto	A	B	C	D	E
				CONSECUENCIAS				

Tabla 7. 26: Evaluación de riesgos por derrame
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

En base a lo antes descrito, el uso de sustancias peligrosas en pequeñas cantidades y las medidas ambientales para almacenamiento de combustibles para el proyecto, se ha calificado el riesgo como **Poco probable** de derrames, pero en caso de darse sería de consecuencias **Serias** debido a la seguridad, siendo su calificación como un riesgo **Bajo** del tipo **(2C).**

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Derrames	2C BAJO	Probable	Seria

Tabla 7. 27: Calificación de riesgo derrames
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.4.1.3. Incendios

El almacenaje o abastecimiento del combustible ante una inadecuada manipulación puede presentar problemas, por lo tanto, representan un peligro de incendio bajo las condiciones normales debido a que son fácilmente inflamables.

Los riesgos de explosión o incendio de las áreas de almacenamiento temporal dependen de que se consideren normas establecidas para el efecto, en especial la disposición de áreas adecuadas bajo medidas de contingencia específicas: sistemas conta incendios, señalización, seguridad, entre otras.

Para que el incendio ocurra se requiere que no hayan funcionado los mecanismos de prevención y protección contra el fuego y que exista un medio de propagación hacia el exterior o un evento con carácter catastrófico.

PROBABILIDAD									
	5	Muy probable							
	4	Bastante probable							
	3	Probable							
	2	Poco probable				X			
	1	Improbable							
		Bajo		Alto	No importantes	Limitadas	Serias	Muy serias	Catastróficas
		Moderado		Muy alto	A	B	C	D	E
					CONSECUENCIAS				

Tabla 7. 28: Evaluación de riesgos por incendios
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

Basado en lo antes descrito, aun cuando se hayan implementado los mecanismos de prevención y protección contra el fuego, eventualmente una mala práctica podría ocurrir. El riesgo se considera **Poco probable** y con consecuencias **limitadas**, es decir corresponde al nivel de riesgo **Bajo (2B).**

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Incendio	2B BAJO	Poco Probable	Limitada

Tabla 7. 29: Calificación de riesgo por incendio
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.4.1.4. Manejo de explosivos

Para el proyecto HIDROQUEST no está previsto el uso de material explosivo para la construcción del proyecto, salvo que durante la construcción se vea alguna necesidad excepcional, en cuyo caso se contratará empresas calificadas para esta actividad quienes contarán con los procedimientos específicos de manejo acorde a la normativa aplicable.

En el caso de requerirse, se establecerá un depósito de explosivos en una ubicación segura, alejada de áreas habitadas o de riesgo, y se aplicarán las medidas de seguridad conforme a lo establecido en el Reglamento a la Ley sobre Armas, Municiones, Explosivos y Accesorios, según el Decreto Ejecutivo 169, Registro Oficial 32 de 27 de marzo de 1997, con la última modificación en junio de 2015. Este depósito será el mismo que se utilizó para el proyecto Hidroeléctrico Hidronormandia y cumple con los requisitos previamente validados.

Sólo podrán realizar el transporte y uso de explosivos empresas autorizadas debidamente certificadas por lo cual los riesgos inmersos en el almacenaje temporal serán evaluados por dichas empresas.

En el caso de almacenamiento de explosivos ante una inadecuada manipulación el principal riesgo es una explosión, la misma que puede representar un peligro de incendio o lesiones personales de serias consecuencias. Los riesgos de explosión tienen igualmente mucho que ver con las características del proceso de manejo de explosivos el mismo que debe realizarse bajo condiciones seguras y por empresas debidamente autorizadas.

Los riesgos de explosión dependen de que se consideren normas establecidas para el efecto, en especial la disposición de áreas adecuadas bajo medidas de contingencia específicas previa valoración técnica.

Toda persona natural o jurídica que adquiera explosivos, responde por su correcta y exclusiva utilización para los fines detallados en la solicitud de compra; y se harán acreedores a las sanciones legales a que hubiere lugar por uso indebido, provenientes de dolo, negligencia o descuido en las medidas de seguridad establecidas.

La manipulación y cuidado de explosivos y especies afines almacenados deberán estar a cargo de personas debidamente capacitadas y calificadas bajo la responsabilidad del propietario.

Para el transporte de explosivos se requerirá los respectivos contratos de seguros que, cubran daños y perjuicios a terceros. Las empresas a cargo del almacenaje de explosivos deberán asegurar las medidas necesarias para evitar cualquier sustracción o pérdida.

Bajo este contexto y conforme al análisis de la normativa aplicable, la calificación del riesgo por contingencia o explosión de materiales explosivos se determina de la siguiente manera:

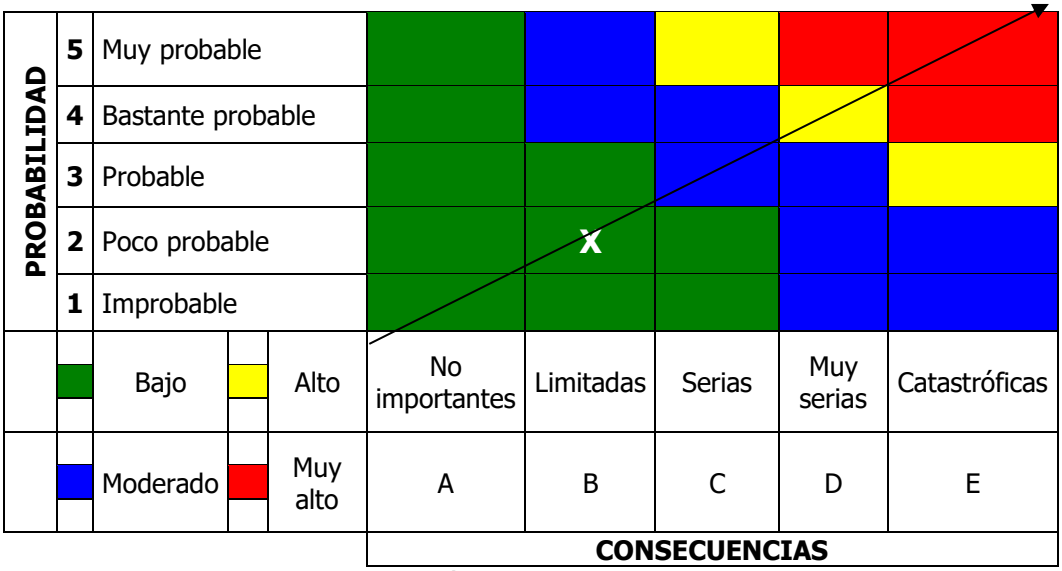


Tabla 7. 30: Evaluación de riesgos manejo de explosivos
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

El riesgo de explosión es **Poco probable**, dado que no se anticipa el uso de explosivos en el proyecto. En caso de que sea necesario, se implementarán todas las medidas normativas requeridas para el transporte y almacenamiento, a cargo de empresas debidamente autorizadas que cuentan con planes de contingencia establecidos para esta actividad. Además, las áreas destinadas al almacenamiento temporal cumplirán con todas las regulaciones aplicables y estarán equipadas con las precauciones de seguridad necesarias, por lo que, las consecuencias serían **Limitadas**, calificando al riesgo por explosivos como **Bajo (2B).**

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Manejo de explosivos	2B BAJO	Poco Probable	Limitada

Tabla 7. 31: Calificación de riesgo manejo de explosivos
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.4.1.5. Inestabilidad y caída de infraestructura

Este incidente es **Poco Probable** debido a que las líneas de transmisión están diseñadas con múltiples factores de seguridad incorporadas en cada uno de sus componentes. No existe un historial o datos estadísticos de accidentes o caídas de

estructuras en proyectos de este tipo. Las únicas circunstancias en las que esto podría ocurrir son eventos naturales como terremotos o incidentes causados por acciones humanas, como colisiones con las estructuras.

La línea de transmisión ha sido diseñada teniendo en cuenta las distancias de seguridad adecuadas con respecto a carreteras y vías, lo que reduce aún más la probabilidad de que ocurra un evento como el que se ha analizado, y las consecuencias serían **Limitadas**. Por lo tanto, se puede concluir que el nivel de riesgo es **Bajo (2B).**

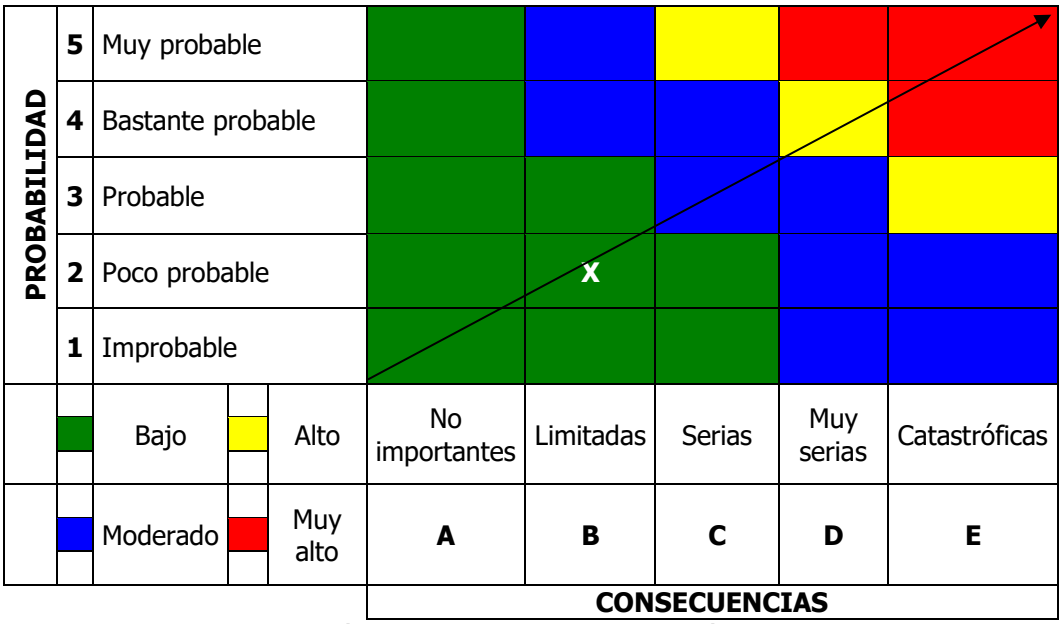


Tabla 7.35: Evaluación de riesgos inestabilidad y caída de infraestructura
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Inestabilidad y caída de infraestructura	2B BAJO	Poco Probable	Limitada

Tabla 7.326: Calificación de riesgo inestabilidad y caída de infraestructura
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.4.2. RIESGOS BIÓTICOS

La evaluación de riesgos bióticos del proyecto hacia el ambiente es la siguiente:

7.4.2.1. Afectación biótica por actividades del proyecto

La mayoría del área a intervenirse corresponde a una zona de pastizales o bosques intervenidos, razón por la cual su nivel de alteración es alto. Considerando este factor se ha considerado a la zona como de sensibilidad baja para las zonas que se encuentran fuera del Bosque Protector Abanico.

En el caso de las áreas dentro del Bosque Protector Abanico, desde el punto de vista biótico, se cataloga como de sensibilidad media para la flora y fauna. Una de las principales razones para catalogarle como área de sensibilidad media es la cobertura vegetal actualmente es afectada por la presencia de actividades antrópicas especialmente ganaderas y en cuanto a la fauna debido a que la mayoría de especies son de sensibilidad media y no se evidencian sitios específicos tales como nidos, saladeros, dormideros, etc en el área de influencia.

Tomando en cuenta estos factores la sensibilidad se considera que los riesgos sobre el componente biótico son probables aunque de consecuencias limitadas.

PROBABILIDAD									
	5	Muy probable							
	4	Bastante probable							
	3	Probable			X				
	2	Poco probable							
	1	Improbable							
		Bajo		Alto	No importantes	Limitadas	Serias	Muy serias	Catastróficas
		Moderado		Muy alto	A	B	C	D	E
					CONSECUENCIAS				

Tabla 7. 33: Evaluación de riesgos afectación biótica
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Afectación biótica	3B BAJO	Probable	Limitada

Tabla 7. 34: Calificación de riesgo afectación biótica
Fuente y elaboración: Equipo consultor

7.4.3. RIESGOS SOCIOECONÓMICOS

La evaluación de riesgos socioeconómicos es la siguiente:

7.4.3.1. Accidentes laborales

Las operaciones del proyecto aumentan la probabilidad de accidentes laborales, los cuales, aunque suelen ocurrir con poca frecuencia, pueden tener consecuencias graves o incluso fatales. Para mitigar estos riesgos, se han establecido estándares fundamentales de seguridad que incluyen la especificación de las características y la formación en el uso de equipos de protección personal,

así como la capacitación previa a la realización de tareas específicas según la asignación de cada puesto de trabajo.
Por un lado, la circulación de los vehículos de transporte debe considerar buenas prácticas para evitar accidentes, que son prevenibles mediante medidas de seguridad y control adecuadas. Por otra parte, durante las actividades constructivas se utilizará maquinaria pesada que a su vez involucra un riesgo operativo de accidentes al personal si no es adecuadamente gestionada. Este riesgo puede ser prevenido con un adecuado control, evaluación de la capacidad de los operadores y supervisión especializada.

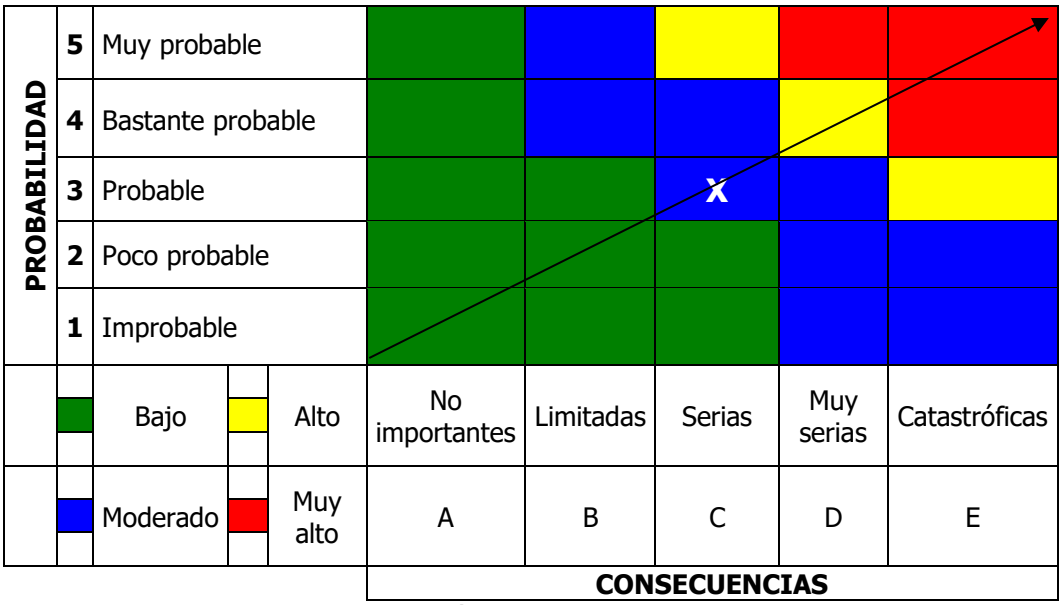
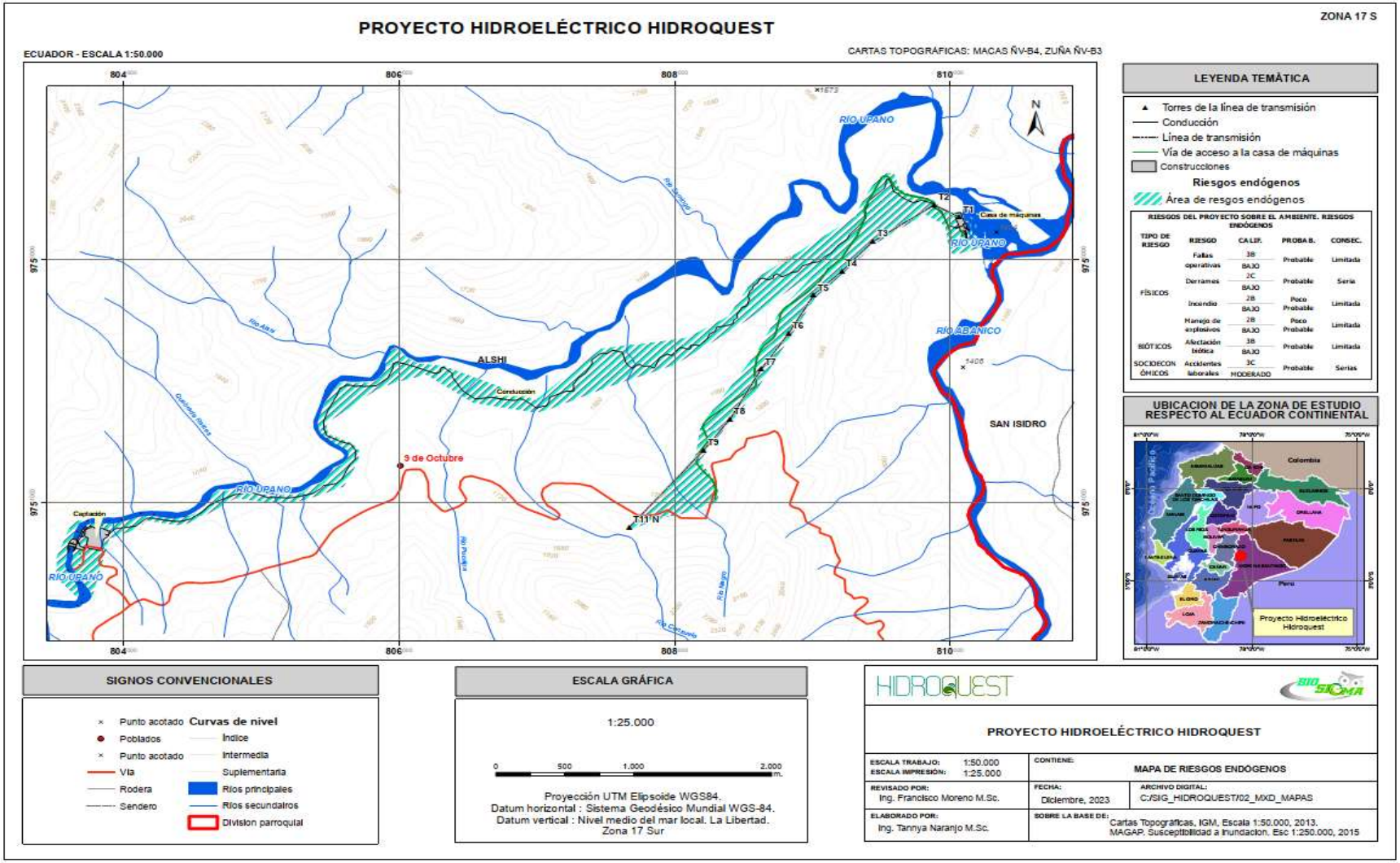


Tabla 7. 35: Evaluación de riesgos accidentes laborales
Fuente: Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) Modificada: ENTRIX INC. Abril 2008
Elaboración: Equipo consultor

Bajo este contexto, durante la fase constructiva la probabilidad de ocurrencia de un accidente laboral es **Probable** por los trabajos en altura durante el vestido de estructuras y el regulado de conductores, sin embargo, en caso de producirse las consecuencias a los trabajadores serían consideradas **Serias**; para lo cual se debe considerar que la empresa constructora tenga el Reglamento de Salud y Seguridad aprobado, y cuente con un supervisor en Salud y Seguridad. En tal virtud el nivel de riesgo es **Moderado (3C).**

RIESGO	CALIFICACION	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA
Accidentes laborales	3C MODERADO	Probable	Serias

Tabla 7. 36: Calificación de riesgo accidentes laborales
Fuente y elaboración: Equipo consultor



Mapa 7. 4: Mapa Riesgos Endógenos
Fuente: MAGAP 2015
Elaboración: Equipo consultor

7.5. Resumen de Análisis de Riesgo del proyecto

La identificación y evaluación de riesgos considera los sucesos generados por elementos externos, que constituyen un peligro o tienen consecuencias sobre las instalaciones del proyecto, así como elementos propios de las actividades del proyecto que podrían repercutir sobre el ambiente o el personal.

A continuación, se presenta el resumen del análisis y evaluación de riesgos de los elementos ambientales sobre el proyecto:

RIESGOS DEL AMBIENTE SOBRE EL PROYECTO. RIESGOS EXTERNOS				
TIPO DE RIESGO	**RIESGO**	**CALIFICACION**	**PROBABILIDAD**	**CONSECUENCIA**
FÍSICOS	Volcánico	3B BAJO	Probable	Limitada
	Sísmico	4B MODERADO	Bastante Probable	Limitada
	Movimientos en masa	4C MODERADO	Bastante Probable	Seria
	Inundación	1A BAJO	Improbable	No importante
	Déficit hídrico - sequías	3B BAJO	Probable	Limitada
BIÓTICOS	Caída de árboles	3B BAJO	Probable	Limitada
	Contacto con plantas urticantes y espinosas	2B BAJO	Poco Probable	Limitada
	Mordedura de serpientes	3C MODERADO	Probable	Seria
SOCIOECONÓMICOS	Paralizaciones por pobladores	3C MODERADO	Probable	Seria

Tabla 7. 37: Análisis de riesgos del ambiente sobre las actividades del proyecto
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Las actividades que se realizarán como parte de la construcción, operación y cierre del proyecto conllevan a una serie de acciones que puedan tener riesgos sobre el ambiente dependiendo de la vulnerabilidad del componente ambiental, así como de las estructuras, equipos y tecnología empleadas. A continuación, se detallan los posibles riesgos identificados y evaluados del proyecto sore el ambiente (endógenos).

RIESGOS DEL PROYECTO SOBRE EL AMBIENTE. RIESGOS ENDÓGENOS				
TIPO DE RIESGO	**RIESGO**	**CALIFICACION**	**PROBABILIDAD**	**CONSECUENCIA**
FÍSICOS	Fallas operativas	3B BAJO	Probable	Limitada
	Derrames	2C BAJO	Probable	Seria
	Incendios	2B BAJO	Poco Probable	Limitada
	Manejo de explosivos	2B BAJO	Poco Probable	Limitada
	Inestabilidad y caída de infraestructura	2B BAJO	Poco Probable	Limitada
BIÓTICOS	Afectación biótica	3B BAJO	Probable	Limitada
SOCIOECONÓMICOS	Accidentes laborales	3C MODERADO	Probable	Seria

Tabla 7. 38: Análisis de riesgos del proyecto sobre el ambiente (endógenos)
Fuente y elaboración: Equipo consultor

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO HIDROQUEST

8. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Preparado por:

Para:

MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA

ENERO 2024

CONTENIDO

8.1. INTRODUCCIÓN 3

8.2. OBJETIVO 3

8.3. IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES 3

8.4. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 5

8.4.1. Identificación de impactos ambientales 5

8.4.1.1 Construcción 5

3.4.1 Operación 6

3.4.2 Cierre 7

8.4.2. Evaluación de Impactos Ambientales 10

8.4.2.1. Metodología de criterios relevantes integrados (CRI) 10

8.4.3. Resultados del dictamen de la calificación 13

8.4.3.1. Fase de construcción 15

8.4.3.2. Fase de operación y mantenimiento 16

8.4.3.3. Fase de cierre 17

8.5. Descripción de impactos ambientales significativos 18

8.5.1. Construcción 18

8.5.1.1. Componente físico 18

8.5.1.2. Componente biótico 23

8.5.1.3. Componente socioeconómico y cultural 26

8.5.2. Operación y mantenimiento 28

8.5.2.1. Componente físico 28

8.5.2.2. Componente biótico 29

8.5.2.3. Componente socioeconómico y cultural 30

8.5.3. Cierre 31

8.5.3.1. Componente físico 31

8.5.3.2. Componente biótico 33

8.5.3.3. Componente socioeconómico y cultural 34

8.1. INTRODUCCIÓN

La identificación y evaluación de los potenciales impactos ambientales que se presentan por la ejecución del proyecto permitirá implementar el Plan de Manejo Ambiental (PMA) para garantizar con medidas de prevención y seguimiento la conservación del ambiente, incluyendo las medidas de contingencia y el costo de implementación del PMA.

En tal sentido, el proceso de evaluación de los efectos ambientales potenciales generados por la implementación del proyecto conlleva:

- La revisión de las actividades a desarrollarse durante la implementación del proyecto (Capítulo 1 y 3 del EsIA).
- La revisión de la línea base ambiental (Capítulo 4 del EsIA), del cual se desprende la fragilidad de los ecosistemas en el área de estudio.
- La revisión de áreas de influencia y zonas sensibles identificadas (Capítulo 6 del EsIA).
- Los impactos ambientales y socioeconómicos anticipados de las actividades del proyecto.

La evaluación del impacto ambiental se ha centrado en el área de influencia directa las nuevas facilidades del proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST. El análisis ambiental utiliza como método de evaluación la interrelación de las acciones y/o actividades del proyecto con los elementos del ambiente, con un criterio de causa - efecto y evaluando el carácter adverso o favorable del impacto.

8.2. OBJETIVO

Identificar y evaluar los potenciales impactos ambientales que se generarán como consecuencia del proyecto

8.3. IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES

El proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST se encuentra ubicado aguas abajo de la central NORMANDÍA que actualmente está en funcionamiento.

El Proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST, es una iniciativa de la compañía HIDROQUEST S.A a ser implementado como un proyecto independiente de generación de energía eléctrica dentro del marco legal del sector eléctrico ecuatoriano, para un adecuado aprovechamiento de los recursos hídricos del país y en beneficio de su progreso y desarrollo.

El proyecto se sitúa en el río Upano en la cuenca hidrográfica del mismo nombre, que pertenece al curso superior del sistema Upano-Namangoza-Santiago-Marañón-Amazonas que tiene su origen en las estribaciones de la Cordillera Oriental de los Andes.

El proyecto captará agua del río Upano mediante una toma caucasiana y a su vez aprovechará los caudales turbinados de la central hidroeléctrica Normandía que cuenta con el título habilitante otorgado por ARCONEL.

Los caudales turbinados de la central Normandía descargan directamente a este tanque de carga. Actualmente el tanque de interconexión y la toma frontal se encuentran construidas. El caudal captado de 33.53 m3/s es llevado al pozo de carga que se encuentra ubicado inmediatamente aguas abajo de la toma frontal construida, estos caudales son conducidos a través de una tubería de baja presión hacia la casa de máquinas de la central HIDROQUEST. Los caudales turbinados son descargados directamente al cauce natural del río Upano.

Las facilidades se sitúan en el río Upano en la cuenca hidrográfica del mismo nombre, que pertenece al curso superior del sistema Upano-Namangoza-Santiago-Marañón-Amazonas que tiene su origen en las estribaciones de la Cordillera Oriental de los Andes.

Al sitio del proyecto se accede por la carretera asfaltada de primer orden que une las ciudades de Macas – Riobamba, esta carretera pasa por los recintos poblados General Proaño, Jimbitono y 9 de Octubre, siendo ésta última la única población ubicada dentro del área de influencia del proyecto.

Afectación a la vegetación y paisaje.- Las actividades antrópicas desarrolladas en las zonas de implantación de las facilidades del proyecto hidroeléctrico HIDROQUEST han producido un impacto considerado permanente al paisaje reemplazando la vegetación nativa por extensas áreas de pastizales y vegetación secundaria.

La población del área de influencia ha dedicado estas zonas al mantenimiento de ganado bovino para lo cual ha existido y existe desbroce de vegetación arbórea para la transformación de pastizales.

Impactos sociales.- Un aspecto social que ha incidido directamente sobre el ambiente son los procesos de colonización, para lo cual se ha hecho necesaria la eliminación de la cobertura vegetal para optar por espacios que permitan el establecimiento de nuevas formas de cultivo y crianza de ganado, esto implica además la utilización de recursos naturales como agua y suelo. Este factor ha originado que en la zona la cobertura vegetal original haya sido reemplazada con la implementación de áreas de pastizales para la ganadería.

La ganadería en la zona del cantón Morona presenta niveles altos de importancia, a pesar de ser una actividad poco extendida; sin embargo, la necesidad de contar con espacio para esta actividad, ha dado lugar a la eliminación de los bosques naturales, eliminando la diversidad de especies tanto de fauna como de flora.

Otro impacto social, evidenciado en la zona es la existencia de vías de primero y segundo orden, aspecto que ha favorecido la extracción de recursos naturales y que actualmente también conlleva un proceso de deterioro ambiental.

8.4. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La metodología de evaluación de impactos considera los siguientes aspectos:

- Identificación de impactos ambientales a través de una matriz de interrelaciones.
- Evaluación de los impactos ambientales.
- Descripción de los impactos ambientales significativos

8.4.1. Identificación de impactos ambientales

Para el desarrollo de la presente evaluación de impactos, se determinaron las fases y actividades del mismo considerando actividades de construcción, operación y mantenimiento y cierre; luego se identificaron los componentes ambientales en el área de influencia del proyecto.

Bajo este criterio, se listan las diferentes actividades del proyecto de acuerdo a las diferentes fases.

8.4.1.1 Construcción

A. **Adecuación de áreas de trabajo**: Consiste en la limpieza de cobertura vegetal, vegetación arbórea y arbustiva y delimitación topográfica de las áreas donde se ubicarán las facilidades: tanque de carga, tubería de conducción, casa de máquinas y accesos a la misma.

B. **Transporte de equipos y personal**: consiste en la movilización de personal, maquinaria y demás accesorios y material para la construcción lo que pude provocar aumento de tráfico vehicular, polvo, emisiones a la atmósfera, ruido.

   Con respecto a la tubería de conducción, se transportarán por vía terrestre los tubos, desde la localidad de importación a un sitio de apilamiento seguro, posteriormente la tubería será colocada a lo largo del DDV en forma lineal, continua, puede provocar aumento en el tráfico vehicular, ruido, polvo y liqueos por la utilización de maquinaria pesada

C. **Construcción de toma caucasiana. -** Consiste en la construcción de la obra de captación es del tipo caucasiana y está ubicada en el cuerpo del azud. Considerando el ancho del cauce del río Upano y para tener un empotramiento adecuada de la escalera de peces, azud y toma se adopta un ancho total para

el cierre del río de 56.20 m; de los cuales, 4.10 m corresponden a la escalera de peces, 28.50 m al azud y 23.60 m a la rejilla de fondo.

D. **Construcción de casa de máquinas.** Comprende la remoción de suelo y construcción de la infraestructura de casa de máquinas del proyecto. Implica las siguientes actividades:
   - Corte de relleno
   - Construcción de la planta de hormigón
   - Construcción de casa de máquina y subestación
   - Vías de acceso

   No se prevé la construcción de campamentos permanentes en el área del proyecto durante la construcción. La empresa contratista encargada de las actividades mantendrá campamentos temporales. Estas instalaciones contarán con todas las facilidades necesarias (campers) para oficinas y carpas para comedores del personal, con las condiciones higiénicas necesarias para su funcionamiento.

E. **Apertura de DDV e instalación de tubería de conducción:** Esta actividad provocará movimiento de tierras, afectación de zonas aledañas por disposición de suelo, aumento de ruido, emisiones a la atmósfera y liqueos de combustible por la utilización de maquinaria pesada.

   Se realizará la soldadura del tubo y será colocado dentro de la zanja a lo largo del trazado.

F. **Construcción de chimenea de equilibrio:** La chimenea de equilibrio es del tipo de orificio restringido conformada por una tubería enterrada que se desarrolla en la ladera derecha localizada sobre la pista de las tuberías de baja y alta presión. Para su ubicación se prevé la remoción de capa vegetal, apertura de zanja y nivelación del terreno lo cual podría generar fenómenos de movimiento en masa. La chimenea de equilibrio se considera parte de la instalación de la tubería de conducción.

G. **Instalación de Línea de Transmisión:** Comprende la instalación de torres y cableado de la línea de transmisión para lo cual existirá la poda de vegetación, aumento de ruido y circulación de personal. No será necesario el uso de maquinaria pesada.

H. **Montaje y prueba de equipos**: comprende la instalación de estructuras en áreas ya intervenidas; instalación de todos los equipos y accesorios necesarios que conforman la nueva casa de Máquinas, línea de transmisión.

3.4.1 Operación

I. **Operación y Mantenimiento:** Consiste en las actividades de generación de energía hidroeléctrica para lo cual funcionarán de manera permanente las

turbinas de generación, subestación y se realizarán durante la vida útil del proyecto mantenimientos preventivos y correctivos de los sistemas de generación. La operación y mantenimiento generará ruido, desechos comunes y peligrosos, almacenamiento de productos u equipos.

3.4.2 Cierre

J. **Desmontaje de equipos**: consiste en efectuar el desmontaje de los equipos y la remoción de toda infraestructura que sea innecesaria luego de la culminación de la vida útil del proyecto en caso de abandono total.

A su vez se definen los factores o componente ambientales que son aquellos sobre los cuales se evidencian las consecuencias ambientales de la puesta en marcha del proyecto.

MEDIO FÍSICO	1	**Geología:** comprende cambios en la geomorfología y el aumento de riegos de fenómenos de remoción en masa por actividades antrópicas o por represamientos de los ríos que ocasionan cambios en el nivel freático y la recarga de acuíferos, lo que afecta a la geología local.
	2	**Calidad de suelo:** Se considera el riesgo de contaminación o afección de la calidad del suelo por contaminación.
	3	**Usos de suelo:** Cambio de uso del suelo de los sectores intervenidos
	4	**Estabilidad:** Se refiere a la estabilidad estructural edafológica de las áreas de implantación de las obras hidroeléctricas.
	5	**Paisaje:** Califica la posibilidad de efectos sobre el área que traigan como consecuencia la alteración del paisaje
	6	**Calidad de Aguas Superficial:** Comprende el efecto que pueda evidenciarse sobre los cuerpos de agua superficial
	7	**Calidad de aire:** Incluye la posibilidad de efectos sobre la calidad del aire
	8	**Ruido:** Se refiere a la posibilidad de generación de estos factores que pueden generar perturbaciones en el ambiente
MEDIO BIÓTICO	9	**Vegetación:** se refiere a la remoción de cobertura vegetal sobre colinas y bosque secundario
	10	**Vegetación ribereña:** Se refiere a la posible afección de las áreas cubiertas por vegetación que se encuentran a las orillas del Río Upano.
	11	**Mamíferos:** Califica la posibilidad de efectos sobre la mastofauna del área
	12	**Aves:** Califica el efecto sobre la avifauna del área.
	13	**Herpetofauna:** Califica el efecto sobre la herpetofauna del área.
	14	**Fauna acuática:** Califica el posible efecto sobre las poblaciones de peces, macroinvertebrados en los cuerpos de agua del área
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	15	**Empleo y actividades económicas:** Define la posibilidad de generación de empleo a la población local, por el desarrollo del proyecto.
	16	**Salud de la Población:** Comprende la posibilidad de efectos sobre la salud de la población por el desarrollo del proyecto.
	17	**Educación y capacitación de la población:** Incluye la posibilidad de educación y capacitación para las comunidades locales.
	18	**Condiciones de vida:** Define la posibilidad de aparecimiento de efectos sobre mejora o deterioro de condiciones de vida tales como: vivienda, cambios comportamentales, tradiciones, cultura.

	19	**Arqueología:** Considera los efectos sobre los bienes arqueológicos o patrimoniales que se pueden existir en el área de influencia.

Tabla 8.1. Componentes ambientales
Fuente y Elaboración: Equipo consultor

En la Tabla 8.2 se resumen las acciones del proyecto y los componentes ambientales.

	Actividades del Proyecto
Cod	**Fase de Construcción**
A	Adecuación de áreas de trabajo
B	Transporte de equipos y personal
C	Construcción de toma caucasiana
D	Construcción de Casa de Máquinas
E	Apertura de DDV e instalación de tubería de conducción
F	Construcción de chimenea de equilibrio
G	Instalación de línea de transmisión
H	Montaje y prueba de equipos
	Fase de Operación
I	Operación y mantenimiento
	Fase de Cierre
J	Desmontaje de equipos

	Componentes Ambientales
Cod	**Físico**
1	Geología
2	Calidad del suelo
3	Uso del suelo
4	Estabilidad
5	Paisaje
6	Calidad Aguas superficiales
7	Calidad de aire
8	Ruido
	Biótico
9	Vegetación
10	Vegetación ribereña
11	Mamíferos
12	Aves
13	Herpetofauna
14	Fauna acuática
	Socioeconómico y cultural
15	Empleo y actividades económicas
16	Salud de la población
17	Educación y capacitación
18	Condiciones de vida
19	Arqueología

Tabla 8.2. Resumen de acciones y componentes ambientales del proyecto
Fuente y Elaboración: Equipo consultor

En la Tabla 8.3 se pueden ver las interacciones identificadas para el proyecto.

			Físico								Biótico						Socioec. cult				
Fase	**Actividad**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**
Construcción	A	Adecuación de áreas de trabajo	A1	A2	A3	A4	A5			A8	A9		A11	A12	A13	A14	A15			A18	
	B	Transporte de equipos y personal		B2			B5	B6	B7	B8			B11	B12	B13	B14	B15	B16		B18	
	C	Construcción de toma caucasiana	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8		C10				C14	C15	C16	C17	C18	
	D	Construcción de Casa de Máquinas	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	
	E	Apertura de DDV e instalación de tubería de conducción	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19
	F	Construcción de chimenea de equilibrio	F1	F2	F3	F4	F5		F7	F8	F9		F11	F12	F13		F15			F18	
	G	Instalación de LT	G1		G3	G4	G5			G8	G9		G11	G12	G13		G15		G17	G18	
	H	Montaje y prueba de equipos		H2			H5	H6	H7	H8			H11	H12		H14	H15	H16	H17	H18	
Operación	I	Operación y mantenimiento	I1	I2	I3	I4	I5	I6		I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	
Cierre	J	Desmontaje de equipos		J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17	J18	

Tabla 8.3. Matriz de interacciones
Fuente y elaboración: Equipo consultor

La interrelación de las acciones definidas con los componentes ambientales determinó un total de 147 interrelaciones, 66 corresponden al componente físico, 46 al biótico y 35 al componente social.

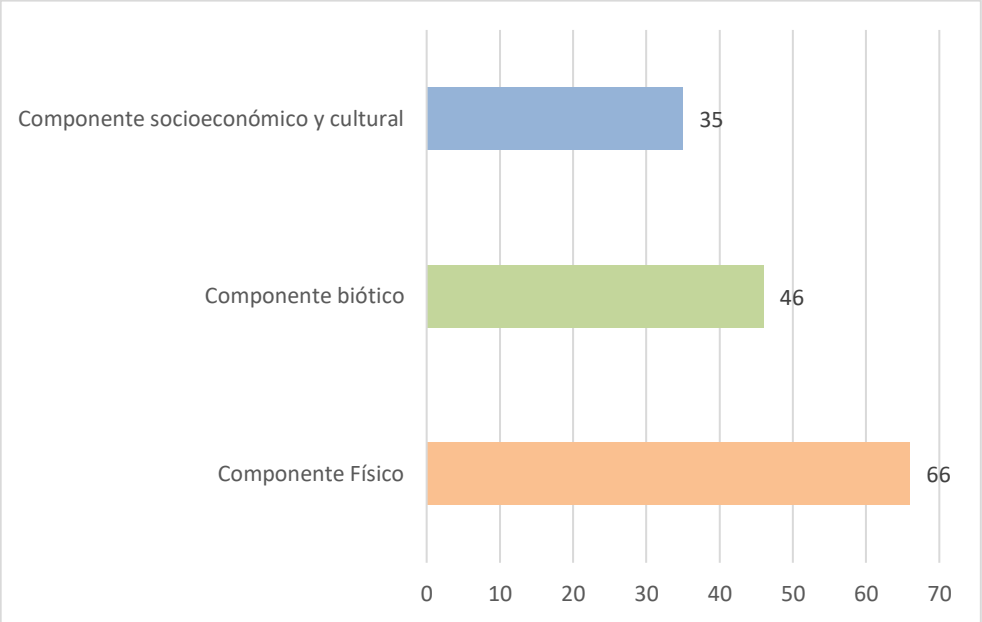


Figura 8.1. Interacciones identificadas
Fuente y elaboración: Equipo consultor

8.4.2. Evaluación de Impactos Ambientales

Una vez definidas las dos variables de entrada en la matriz de interacciones ambientales, se realizó la calificación y valoración de los impactos ambientales potenciales; evaluación que utilizó los siguientes criterios:

- Criterios Relevantes Integrados (CRI).
- Definición del Código de Calificación de Impactos (DCC).
- Calificación Cuantitativa de Impactos.
- Dictamen ambiental y social de la calificación y valoración de impactos.

8.4.2.1. Metodología de criterios relevantes integrados (CRI)

Se han considerado las siguientes variables: carácter, magnitud, duración, tipo de acción, reversibilidad y riesgo.

Carácter

El impacto sobre un componente ambiental puede ser **positivo**, en el caso de que presente una mejoría con respecto al estado previo a la acción, o **negativo** en el caso de que ocasione un daño o alteración al estado previo a la actuación. También puede ser **indeterminado o neutro.**

Magnitud

Es el grado de afectación de las acciones sobre los componentes ambientales; la magnitud es un indicador complejo que sintetiza:
Intensidad: Se refiere al vigor del proceso puesto en marcha por las acciones del proyecto. Su determinación puede realizarse con modelos predictivos o puede asignarse una calificación subjetiva estimada por el analista, con la siguiente escala:

Intensidad	Valoración
Alta	3
Media	2
Baja	1

Plazo: Establece el lapso durante el cual las acciones puestas involucran tenencias beneficiosas o perjudiciales. Se ha asignado la siguiente escala de medición

Tiempo (años)	Plazo	Valoración
0 – 1	Corto	2
2 – 5	Mediano	5
> 5	Largo	10

Extensión: Se refiere a la influencia espacial de los efectos, con la característica de que los mayores impactos se prevén en las cercanías con disminución de estos a medida que crece la distancia. Puede ser medido en forma regional, local y puntual.

Extensión	Valoración
Regional	10
Local	5
Puntual	2

Duración

Si el impacto se presenta en forma intermitente, pero con el plazo limitado de manifestación, se considera **temporal**. En cambio, si aparece en forma continua es **permanente**. Se puede también dar el caso de que el evento se presente en forma **eventual**.

Tipo de acción

El efecto de la acción sobre los componentes ambientales puede producirse en forma **directa** cuando tiene repercusión inmediata, **indirecta** cuando el efecto se ha debido a interdependencia, e **indeterminada.**

Reversibilidad

Implica la posibilidad o imposibilidad de retorno a la situación original. Mide la capacidad del sistema para retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial. El impacto es reversible si las condiciones originales

reaparecen en forma natural a través del tiempo; irreversible si la sola actuación de los procesos naturales no es suficiente para recuperar aquellas condiciones originales.

Para mediar la reversibilidad se ha escogido la siguiente escala de valoración.

Categoría	Capacidad	Valoración
Irreversible	Baja o irrecuperable	10
Parcialmente reversible	Media, impacto reversible a largo plazo (> 5 años)	5
Reversible	Alta, Impacto reversible a corto plazo (1 año)	2

Riesgo

Expresa la probabilidad de ocurrencia de un efecto y/o su significado para el ambiente y sus componentes. La escala de valoración es la siguiente:

Probabilidad	Rango %	Valoración
Baja	1 – 10	2
Media	10 – 50	5
Alta	> 50	10

Definición del código de calificación de impactos (CCI)

Los códigos que se utilizaron en la calificación de impactos ambientales son los siguientes:

Código de Calificación Cualitativa

Carácter	
Positivo	+
Negativo	-
Indeterminado	O

Duración	
Temporal	T
Permanente	P
Eventual	E

Tipo de acción	
Directa	D
Indirecta	I
Indeterminada	In

Código de Calificación Cuantitativa

MAGNITUD

Intensidad	
Baja	1
Media	2
Alta	3

Extensión	
Regional	10
Local	5
Puntual	2

Plazo	
Corto	2
Mediano	5
Largo	10

REVERSIBILIDAD

Baja	10
Media	5
Alta	2

RIESGO

Bajo	2
Medio	5
Alto	10

Calificación cualitativa y cuantitativa de impactos

Utilizando el código de calificación de impactos se procedió a calificar las relaciones causa-efecto o acción-componente, en los casilleros que lo amerite, pues no todas las interacciones son calificables. De cada una de las interacciones ambientales descritas se obtiene al valor de Magnitud (M) y el Valor de Índice Ambiental (VIA) a partir de las siguientes fórmulas:

M = I.Wi + E.We + P.Wp	
Donde:	
M	Magnitud
I	Intensidad
E	Extensión
P	Plazo
Wi	Peso de criterio de intensidad (0,40)
We	Peso de criterio de extensión (0,40)
Wp	Peso de criterio de plazo (0,20)

VIA = RWr . RgWrg . MWm	
Donde:	
VIA	Valor del Índice Ambiental
R	Reversibilidad
Rg	Riesgo
M	Magnitud
Wr	Peso de criterio de reversibilidad (0,22)
Wrg	Peso de criterio de riesgo (0,17)
Wm	Peso de criterio de magnitud (0,61)

Dictamen ambiental de la calificación y valoración de impactos

En función de la siguiente escala del resultado del valor del índice ambiental VIA que es el resultado de la calificación de impactos, se obtiene el dictamen de los impactos ambientales:

- **Impacto Compatible:** Aquel cuya recuperación es inmediata, pues casi no precisa de medidas correctoras o mitigantes. Rango: 1,75–3,42.

- **Impacto Moderado:** Aquel cuya recuperación precisa de medidas preventivas, de litigación, o de compensación y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo. Rango: 3,43–5,09.

- **Impacto Severo:** Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la implementación de medidas preventivas, correctivas o mitigantes intensivas y a pesar de las medidas, la recuperación precisa de un período de tiempo dilatado. Rango: 5,10–6,76.

- **Impacto Crítico:** Aquel en el que se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales iniciales, sin una posible recuperación, incluso con la adopción de medidas preventivas o correctivas. Rango: 6,77–8,46.

8.4.3. Resultados del dictamen de la calificación

En la Tabla 8.3. se resumen los resultados del dictamen de calificación de impactos en cada una de las fases del proyecto. De igual manera en el Anexo 7 del Estudio de Impacto Ambiental se encuentra las tablas Excel con el detalle de calificación de cada impacto ambiental:

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA DEL IMPACTO		FASE		
			CONSTRUCCIÓN	OM	CIERRE
Físico	Carácter	Negativo	52	7	5
		Positivo	0	0	2
		Indeterminado	0	0	0
	Duración	Eventual	19	3	3
		Temporal	22	1	3
		Permanente	11	3	1
	Tipo de acción	Directa	51	6	7
		Indirecta	1	1	0
		Indeterminada	0	0	0
	Dictamen	Crítico	0	0	0
		Severo	2	0	0
		Moderado	9	3	0
		Compatible	41	4	7
Biótico	Carácter	Negativo	34	4	0
		Positivo	0	0	4
		Indeterminado	0	2	2
	Duración	Eventual	2	0	0
		Temporal	26	2	0
		Permanente	6	4	6
	Tipo de acción	Directa	33	5	6
		Indirecta	1	1	0
		Indeterminada	0	0	0
	Dictamen	Crítico	0	0	0
		Severo	1	0	0
		Moderado	9	3	0
		Compatible	24	3	6
Socioeconómico y cultural	Carácter	Negativo	6	1	1
		Positivo	21	3	0
		Indeterminado	0	0	3
	Duración	Eventual	12	2	2
		Temporal	15	0	2
		Permanente	0	2	0
	Tipo de acción	Directa	17	2	2
		Indirecta	10	2	2
		Indeterminada	0	0	0
	Dictamen	Crítico	0	0	0
		Severo	0	0	0
		Moderado	9	2	0
		Compatible	18	2	4

Tabla 8.3. Resumen de dictamen de Calificación de impactos
Fuente y elaboración: Equipo consultor

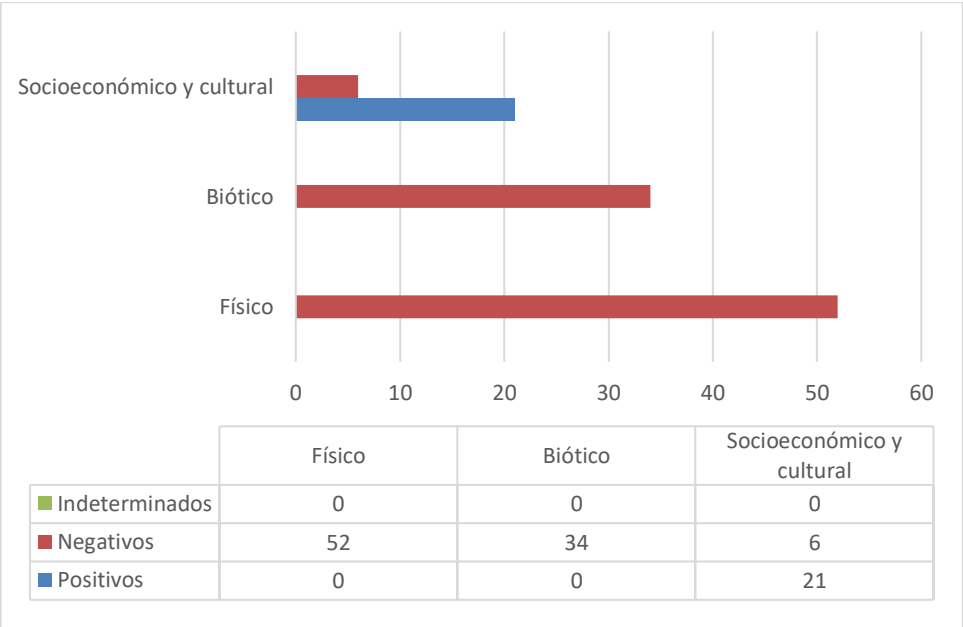
El dictamen ambiental ha sido obtenido de la valoración de las interacciones considerando las características del entorno biofísico y social, la intensidad, extensión, plazo, reversibilidad y riesgo de un impacto puede variar.

La metodología utilizada permite determinar el grado de severidad de los impactos ambientales; tomando en cuenta que la calificación incluye un contexto regional, la mayoría de impactos son de extensión local y puntual, por lo que varios presentan un dictamen de compatibles en su mayoría.

Durante la ejecución de actividades dentro de la fase de construcción se evidenciarán la mayor cantidad de impactos relacionados con el proyecto y es en esta fase donde se deberá implementar adecuadamente medidas técnico-ambientales para prevenir y mitigar los impactos identificados.

8.4.3.1. Fase de construcción

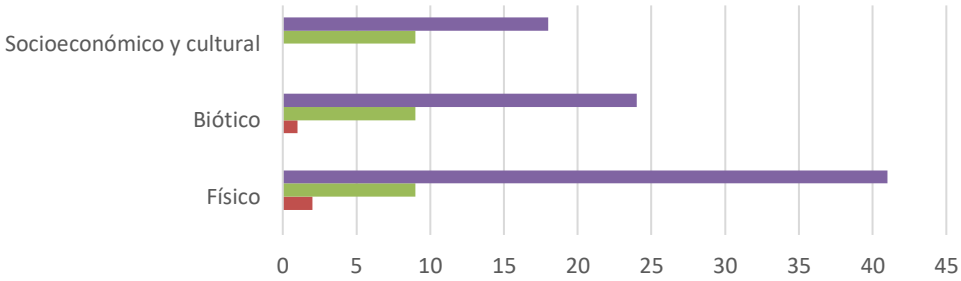
De las interacciones identificadas y evaluadas, se determinó que dichas interacciones tienen la capacidad de generar 92 potenciales impactos ambientales negativos durante la construcción: 52 relacionados al componente físico, 34 al biótico y 6 al componente socioeconómico y cultural. De igual manera se determina que en esta fase se podrían generar 21 potenciales impactos positivos relacionados fundamentalmente al componente socioeconómico y cultural debido a la generación de oportunidades de trabajo especialmente.



	Físico	Biótico	Socioeconómico y cultural
Indeterminados	0	0	0
Negativos	52	34	6
Positivos	0	0	21

Figura 8.2. Carácter de impactos identificados en la fase de construcción
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Con relación al dictamen de las interacciones identificadas y evaluadas se determinaron que la mayoría de los impactos (83) en la fase constructiva son compatibles, 41 relacionados al componente físico, 24 al biótico y 18 al componente socioeconómico y cultural. De igual manera se podrían generar, en la fase constructiva 3 impactos severos: 1 relacionado al componente biótico y 2 al físico, y 27 impactos moderados: 9 relacionados al componente físico, 9 al biótico y 9 al socioeconómico y cultural. No se evidencian impactos críticos.

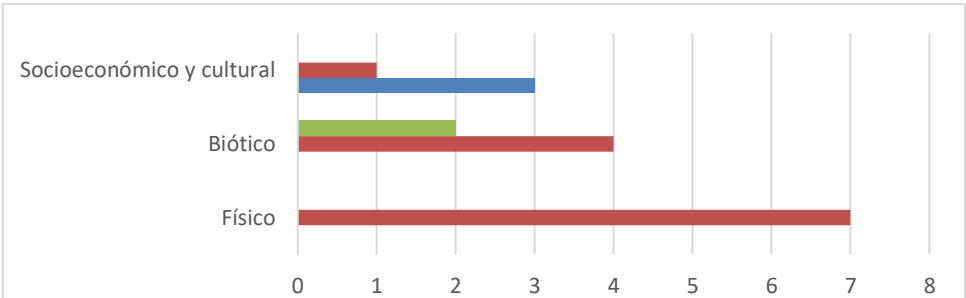


	Físico	Biótico	Socioeconómico y cultural
Compatibles	41	24	18
Moderados	9	9	9
Severos	2	1	0
Críticos	0	0	0

Figura 8.3. Dictamen de impactos identificados en la fase de construcción
Fuente y elaboración: Equipo consultor

8.4.3.2. Fase de operación y mantenimiento

En cuanto a la fase de operación y mantenimiento se determinó que la misma tiene la capacidad de generar 12 potenciales impactos negativos durante la fase de operación y mantenimiento del proyecto: 7 relacionados al componente físico, 4 al biótico y 1 al socioeconómico y cultural. De igual manera en la fase operativa se estima se podrían generar 3 impactos positivos vinculados al componente socioeconómico y cultural, y 2 impactos indeterminados relacionados al componente biótico.

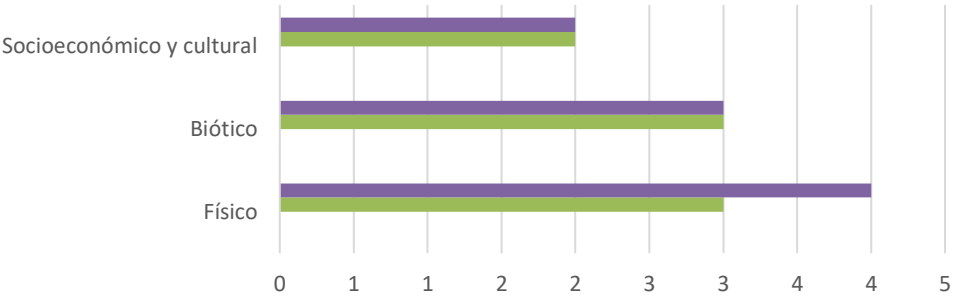


	Físico	Biótico	Socioeconómico y cultural
Indeterminados	0	2	0
Negativos	7	4	1
Positivos	0	0	3

Figura 8.4. Carácter de impactos identificados en la fase de operación
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Con relación al dictamen de las interacciones identificadas y evaluadas se determinaron que la mayoría de los impactos (9) en la fase operativa son compatibles, 4 relacionados al componente físico, 3 al biótico y 2 al componente

socioeconómico y cultural. De igual manera se podrían generar, en la fase operativa, 8 impactos moderados: 3 relacionados al componente físico, 3 al biótico y 2 al socioeconómico y cultural. No se evidencian impactos severos ni críticos.

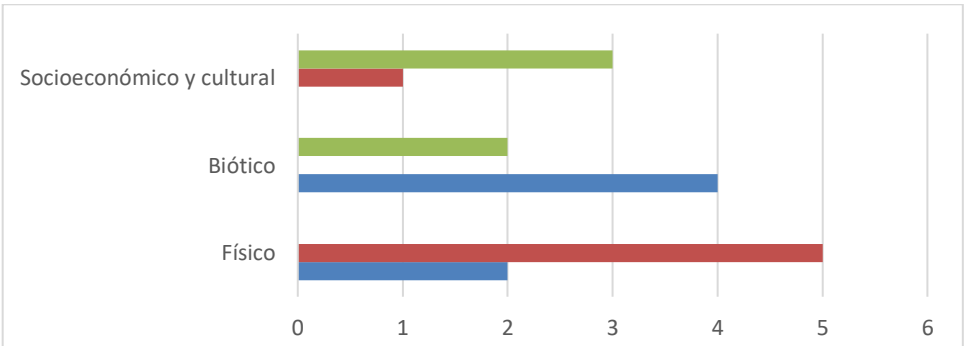


	Físico	Biótico	Socioeconómico y cultural
Compatibles	4	3	2
Moderados	3	3	2
Severos	0	0	0
Críticos	0	0	0

Figura 8.5. Dictamen de impactos identificados en la fase de operación
Fuente y elaboración: Equipo consultor

8.4.3.3. Fase de cierre

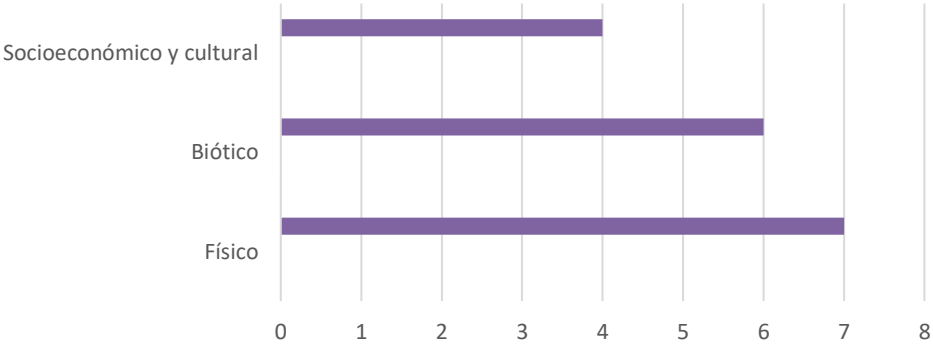
Finalmente, en cuanto a las interacciones de la fase de cierre se estima que se podrían generar 6 impactos potenciales negativos: 5 relacionados al componente físico y 1 al socioeconómico y cultural. En cuanto a potenciales impactos positivos en esta fase se estima que podrían generarse 2 impactos relacionados al componente físico y 4 al biótico. Los impactos indeterminados son 5 y corresponden 2 al componente biótico y 3 al socioeconómico y cultural.



	Físico	Biótico	Socioeconómico y cultural
Indeterminados	0	2	3
Negativos	5	0	1
Positivos	2	4	0

Figura 8.6. Carácter de impactos identificados en la fase de cierre
Fuente y elaboración: Equipo consultor

En cuanto al dictamen en la fase de cierre, 17 potenciales impactos son compatibles: 7 con el componente físico, 6 con el componente biótico y 4 con el componente socioeconómico y cultural. No se dictaminan impactos moderados, severos ni críticos.



	Físico	Biótico	Socioeconómico y cultural
Compatibles	7	6	4
Moderados	0	0	0
Severos	0	0	0
Críticos	0	0	0

Figura 8.5. Dictamen de impactos identificados en la fase de cierre
Fuente y elaboración: Equipo consultor

8.5. Descripción de impactos ambientales significativos

A continuación, se presentan los resultados del proceso de identificación, evaluación y jerarquización de los impactos ambientales a generarse por el proyecto para cada una de las fases y componentes.

8.5.1. Construcción

8.5.1.1. Componente físico

Para el componente físico dentro de la fase de construcción se determinan los siguientes resultados:

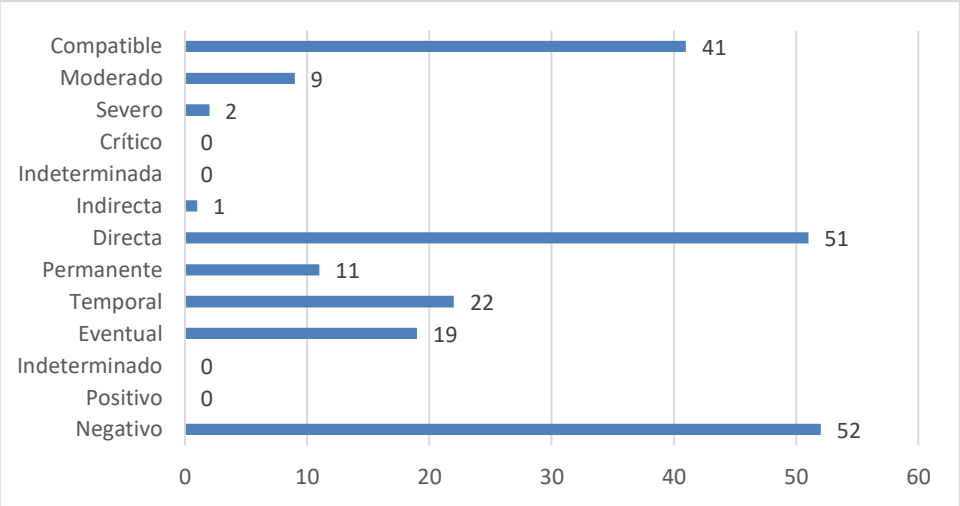


Figura 8.7. Evaluación de impactos del componente físico en la fase de construcción
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Interrelación	Descripción de Impactos
A1	Las actividades de adecuación pueden ocasionar impactos negativos y eventuales que afectan directamente al comportamiento geológico en la zona, puesto que eliminar la vegetación del área incluye el aumento del riesgo no solo de deslizamientos de tierra sino también derrumbes y caídas de roca. Además de que el proyecto se implantará en la cercanía a un cuerpo de agua superficial importante (río Upano), lo que causa la saturación del suelo y la liberación de la presión contenida en estas áreas, lo que puede causar cambios en los niveles freáticos y afectar a la geología local. Asimismo, la geomorfología se ve influenciada puesto que las tareas de remoción de vegetación favorecen a la exposición de formaciones rocosas y la erosión de características geológicas. La geología es irreversible pero sí puede mitigarse para evitar expansión del daño. El dictamen del impacto es compatible.
A2, A3, A4, A5	Las actividades de adecuación de obras civiles podrían generar otros 4 impactos potenciales negativos. Se podrían presentar impactos no sólo eventuales sino también permanentes, relacionados con la calidad y uso de suelo, estabilidad y paisaje debido a actividades de delimitación y marcaje de áreas. Se generará un impacto sobre el cambio de uso de suelo en las áreas donde se realicen las adecuaciones ya que deberá ser preparado para la infraestructura a construirse. Es un impacto permanente medianamente reversible, y compatible ya que se circunscribe a las áreas de las facilidades únicamente. Evidentemente las actividades de adecuación causarán un impacto negativo permanente en el paisaje, y es medianamente reversible. De igual manera eventualmente se podrían presentar impactos relacionados con calidad de suelo y estabilidad debido a el uso de equipos de pequeña dimensión (motosierras) para limpieza de vegetación. Todos los impactos causados son compatibles.
A8	La remoción de vegetación y tierras del área destinada a las facilidades del proyecto, causan temporalmente un impacto negativo al ruido, puesto que el sonido de motosierras y/o maquinarias genera contaminación acústica puntual, la misma que se eliminará al concluir la fase de adecuación, por lo que es un impacto reversible, y de carácter compatible.

B2, B5, B6, B7, B8	Las actividades de transporte podrían afectar la calidad del suelo eventualmente debido a la contaminación principalmente por efecto de derrames de combustibles o desechos peligrosos si no se aplican medidas ambientales adecuadas. De igual manera existe un impacto negativo temporal relacionado con el paisaje debido al constante movimiento de maquinaria y personal por las vías de acceso. Estos impactos son compatibles y reversibles. En cuanto a calidad de aire y agua, las actividades de transporte podrían generar potenciales impactos por generación de polvo, emisiones de smock y liqueos de combustible fundamentalmente. La calidad de agua si eventualmente llega a afectarse, sería medianamente reversible, y el impacto generado es moderado, en diferencia a la calidad de aire que presenta impactos compatibles, y es altamente reversible al finalizar el transporte de equipos y personal. Además, se incrementarán temporalmente los niveles de ruido en la zona de influencia, y al ser un impacto compatible y de baja intensidad es altamente reversible.
C1, C2, C3, C4	Los impactos de la construcción de la toma caucasiana en la captación del proyecto están relacionados a la excavación y la construcción de nuevas infraestructuras como tanques de carga y conductos, que pueden alterar las características del suelo y de la roca. Esto puede aumentar el riesgo de deslizamientos de tierra, caídas de roca, hundimientos y otros problemas geotécnicos relacionados con la estabilidad del terreno. La geología local se ve influenciada debido a que la acumulación de sedimentos en un embalse puede alterar la geomorfología del área circundante, debido a que la construcción de la toma en la captación de hidroeléctrica suele implicar la desviación del flujo de agua del río, al menos mientras dura la obra. Esto puede afectar significativamente su régimen natural, lo que a su vez puede influir en la erosión, sedimentación y la formación de cauces fluviales. Eventualmente tanto la geología como la calidad y uso del suelo se verían influenciados negativamente y el impacto causado es compatible pero casi irreversible. La empresa responsable de la construcción ha realizado evaluaciones de impacto ambiental para aplicar medidas para reducir o mitigar estos efectos adversos en la geología y para suprimir la inestabilidad causada por la perturbación al terreno, esta última ocurre de manera temporal, es medianamente reversible, y compatible.
C5	Toda obra constructiva involucra la alteración del paisaje natural, en el presente caso, la toma caucasiana en el sistema de captación hidroeléctrica involucra la desviación del flujo de agua del río, y suele ser la causa de la erosión y la formación de posibles deltas fluviales. Dicho impacto es permanente y medianamente reversible, por lo que se considera un impacto moderado.
C6, C7, C8	La construcción de la toma caucasiana en el área de captación puede influir en la calidad del agua, ya que puede haber liberación de sedimentos y contaminantes durante la construcción. También, la liberación de agua desde la presa puede cambiar eventualmente la temperatura y la concentración de oxígeno en el agua, lo que afecta a la vida acuática. La construcción de la infraestructura que implica la toma caucasiana incluye también corte de relleno, instalación de estructuras de hormigón, fundición de otras estructuras como las rejillas; actividades que aumentarán temporalmente polvo y emisiones a la atmósfera que modifican la calidad del aire. Asimismo, los niveles de ruido incrementan de manera temporal. Todos son impactos compatibles y altamente reversibles.

D1	La etapa constructiva de casa de máquinas implica remoción de suelos y rocas, que pueden alterar la estabilidad de los taludes, especialmente en áreas de laderas con pendientes abruptas y áreas de estabilidad geomorfológicas, lo que puede generar procesos geológicos erosivos, morfodinámicos, y cambios estructurales. Dichos impactos son negativos e irreversibles pero mitigables, y ocurren de manera eventual, lo que le da un carácter compatible a dicho impacto.
D2, D3	En cuanto al suelo en el que se asentará el proyecto, las actividades constructivas eventualmente podrían afectar la calidad de este, por liqueos de combustibles o materiales peligrosos en las zonas de intervención. Sin embargo, es un impacto eventual poco probable debido a las medidas de manejo de combustibles que se manejarán en el proyecto, y es un suceso reversible en caso de ocurrir. Por otro lado, se generará un impacto severo permanente e irreversible relacionado con el cambio de uso de suelo del área de influencia directa el cual si bien es permanente está restringido a las áreas de las facilidades del proyecto, es decir su extensión es puntual.
D4	Las actividades constructivas generarán inestabilidad temporal en algunas zonas de corte de pendiente en el DDV, y vía de acceso lo cual provocará inestabilidad y posibles deslizamientos de material siendo un impacto catalogado como moderado por su dificultad de reversibilidad y recuperación.
D5	Las actividades constructivas causarán un impacto negativo en el paisaje de la zona ya que se implantarán infraestructura no acorde al mismo. Se considera un impacto permanente y severo en especial dentro del área de implantación. Este impacto igualmente es irreversible en la mayoría de la zona del proyecto, pero las zonas aledañas posterior a la construcción se pueden mitigar cone actividades de revegetación.
D6	Las actividades de construcción podrían afectar cursos hídricos y su calidad debido a la contaminación principalmente por efecto de derrames de combustibles o desechos peligrosos si no se aplican medidas ambientales adecuadas. Se consideran impactos eventuales y compatibles debido a que existirán medidas preventivas respecto al manejo de combustibles y desechos en el PMA.
D7, D8	Las actividades de construcción del proyecto generarán incremento de movimiento de maquinaria y suelos lo cual a su vez producirá polvo, emisiones e incremento de ruido en las áreas inmediatamente aledañas disminuyendo la calidad de aire y afectando los niveles sonoros propios de la zona. Sin embargo, es un impacto compatible debido a las condiciones de la zona que permiten su amortiguamiento y a que no existen poblaciones o casas en el área de influencia directa. Son además impactos temporales.
E1, E2, E3, E4	Para apertura del DDV e instalación de tubería de conducción será necesario la limpieza de vegetación, movimiento de tierras y disposición de suelo en bote lateral, entre la captación y la casa de máquinas. Las actividades de apertura de zanja para instalación de tubería pueden exponer grandes áreas de suelo y roca, lo que aumenta el riesgo de erosión, especialmente en terrenos inclinados, lo que podría afectar eventualmente la calidad de suelo, y generaría un impacto moderado sobre la estabilidad de las áreas debido a los cortes de pendiente y movimiento de maquinaria. Debido a que la tubería de conducción permanecerá instalada de manera permanente, el suelo también será permanentemente utilizado con este fin. Estos impactos serán compatibles y mitigables aplicando medidas de manejo

	ambiental adecuadas y procesos de reconformación, estabilización y revegetación en las áreas intervenidas. Hay que considerar también que las áreas donde se ejecutarán las actividades serán terrenos adquiridos por Hidroquest.
E5, E6, E7, E8	El paisaje se verá afectado por la circulación de personal y maquinaria para la apertura de zanja e instalación de tubería. Los cursos de agua superficial y su calidad eventualmente podrían verse afectados en caso de un derrame o liqueo de combustibles por efecto del transporte de maquinaria y personal. Se considera un impacto de poca probabilidad de ocurrencia y de carácter compatible. Al igual que las demás fases se generará incremento de movimiento de vehículos pesados lo cual a su vez producirá polvo, emisiones e incremento de ruido en las áreas inmediatamente aledañas disminuyendo la calidad de aire y afectando los niveles sonoros propios de la zona. Sin embargo, son impactos temporales y compatibles debido a las condiciones de la zona que permiten su amortiguamiento.
F1, F2, F3, F4	La construcción de la chimenea de equilibrio podría generar impactos negativos en cuanto a la geología, calidad y uso del suelo debido a la utilización de maquinaria. Además, la chimenea de equilibrio puede cambiar la carga del suelo y la presión en el área circundante. Esto puede influir temporalmente en la estabilidad del terreno, lo que puede llevar a hundimientos o cambios en la estructura geológica local si el suelo es deleznable, lo que se convierte en un impacto moderado para el uso de suelo. Mientras tanto, F1, F2, F4 representan impactos compatibles y mitigables mediante el uso de control y manejo del área bajo estándares técnicos y ambientales.
F5, F7, F8	La construcción de la chimenea de equilibrio generará un impacto permanente en el paisaje que se verá afectado por la infraestructura instalada. Se generará incremento de movimiento de vehículos pesados lo cual a su vez producirá polvo, emisiones e incremento de ruido en las áreas inmediatamente aledañas disminuyendo la calidad de aire y afectando los niveles sonoros propios de la zona, de manera temporal. Son todos impactos compatibles, altamente reversibles.
G1, G3, G4, G5, G8	La instalación de la línea de transmisión genera eventualmente impactos negativos de baja intensidad directamente con la geología debido a la construcción de cimientos y las excavaciones necesarias para las torres de transmisión, lo que pueden alterar el terreno circundante, e incluye la remoción de la capa vegetal y la alteración del paisaje. Esta alteración puede resultar en la erosión del suelo y cambios en la geomorfología local. Preventivamente este impacto se ve reducido por el estudio adecuado de la resistencia a la carga portante de los materiales rocosos. No sólo rocas podrían verse afectadas, sino en mayor medida suelos, debido a que el montaje de LT implica la poda o desbroce de cobertura vegetal lo cual podría generar condiciones de inestabilidad temporalmente, ocasionando un impacto moderado en la estabilidad del terreno. Además, influye en el uso del suelo permanentemente, aunque espacialmente el impacto es puntual por la corta área que ocupa cada torre de transmisión, estas condiciones a su vez generarán un impacto moderado y permanente sobre el paisaje, aunque se debe considerar que ya existen condiciones de alteración antrópica presente en la zona. Hay que considerar también que bajo el cable de transmisión se podrán desarrollar actividades agrícolas o ganaderas manteniendo las condiciones de operación establecidas en la normativa técnica aplicable. Las condiciones de ruido aumentarían únicamente durante la instalación de

	infraestructura, sin embargo, el dictamen es compatible debido a su condición limitada y temporal.
H2, H5, H6, H7, H8	El montaje de equipos de grandes dimensiones involucra el transporte de estos en maquinarias pesadas por lo que el derrame de combustibles o sustancias peligrosas es una opción, aunque es poco probable debido al plan de manejo de sustancias contaminantes que se ha definido previamente, en caso de ocurrir podría alterar la calidad del suelo temporalmente, sin embargo, es un impacto reversible y compatible. Dadas las extensas dimensiones de los equipos utilizados en proyectos hidroeléctricos como las turbinas de generación, se deben despejar las áreas de transporte para maquinaria pesada, lo que involucra la eliminación de vegetación, afectando temporalmente el paisaje mientras dura el montaje de los equipos hasta su remediación, puesto que es un impacto reversible y compatible. Durante el montaje de equipos ocurre una notable liberación de partículas, gases y productos químicos eventualmente, que pueden afectar la calidad del agua en las áreas circundantes de no existir un control adecuado, lo cual resulta poco probable dado el manejo del plan de control de sustancias contaminantes que se tiene establecido. La operación de maquinaria pesada para el montaje de equipos genera ruido y vibraciones, al igual que las pruebas que se realizan para su funcionamiento; asimismo, ya que toda actividad constructiva involucra la emisión de partículas al aire, afecta eventualmente la calidad de este, lo que puede perturbar la fauna local y comunidades cercanas temporalmente. Son impactos compatibles y reversibles.

8.5.1.2. Componente biótico

Para el componente biótico dentro de la fase de construcción se determinan los siguientes resultados:

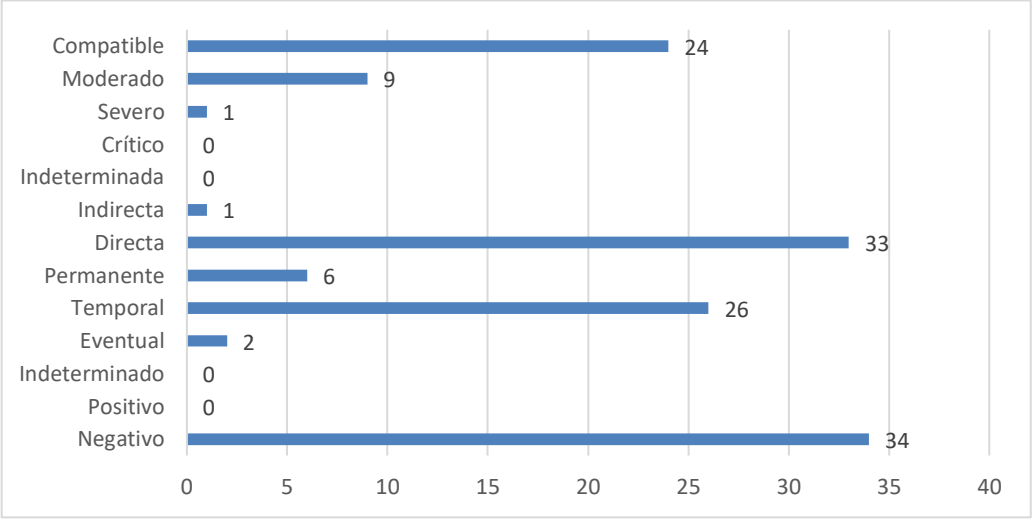


Figura 8.8. Evaluación de impactos del componente biótico en la fase de construcción
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Interrelación	Descripción de Impactos
A9	Las actividades de adecuación causarán la remoción de cobertura vegetal para mediciones, topografía y limpieza de áreas de trabajo, lo cual constituye un impacto negativo, temporal y de alta reversibilidad para estas actividades, por lo que se considera compatible.
A11, A12, A13, A14	Las actividades de adecuación generarán un alejamiento temporal de especies de mamíferos, aves y fauna acuática debido a la presencia de personal. En el caso de la herpetofauna sería un impacto negativo puntual debido al poco rango de desplazamiento de las especies. Son impactos negativos que ocurrirán temporalmente, son compatibles y de alta reversibilidad.
B11, B12, B13, B14	El transporte de equipos y personal implica el movimiento permanente de vehículos en la zona lo cual causará un alejamiento temporal de las especies de fauna terrestre. De igual manera afectará a la herpetofauna en las áreas aledañas a las zonas de circulación. Eventualmente podría existir una afectación temporal a la fauna acuática del río Upano sino se implementan medidas de control de liqueos especialmente. Son todos impactos compatibles y de alta reversibilidad.
C10	La construcción la toma caucasiana en el sitio de captación puede implicar la degradación parcial de hábitats naturales como ríos, puesto que la actividad humana y la maquinaria pesada empleada genera ruido, lo que puede perturbar a la fauna local. Esto puede causar estrés y cambios en el comportamiento de los animales. Los cambios permanentes en la vegetación ribereña pueden afectar a otras especies que dependen de estos hábitats para su alimentación y refugio. Es un impacto moderado y de mediana reversibilidad.
C14	La construcción de la toma en el sitio de captación puede afectar la calidad del agua al aumentar la sedimentación y la turbidez debido a la alteración del lecho del río. Esto puede afectar a la fauna acuática. Además, se puede producir un bloqueo en las rutas de migración de los peces, que dependen de la conectividad de los ríos para reproducirse y alimentarse. Es un impacto severo y permanente, de mediana reversibilidad.
D9, D10	La construcción de casa de máquinas implica la remoción permanente de cobertura vegetal de las áreas donde se implantarán las facilidades. Este impacto se considera severo en cuanto a la vegetación donde se instalarán las facilidades y compatible en cuanto a vegetación ribereña que podría verse afectada en la zona cercana al río Upano. Estos impactos negativos sobre la vegetación, incluyendo vegetación ribereña, de alta probabilidad podrán ser parcialmente mitigados mediante procesos posteriores de revegetación en las áreas que lo permitan. Por lo que se consideran impactos moderados. Se debe considerar también que la zona presenta pocos relictos boscosos.
D11, D12, D13, D14	Las actividades de construcción generarán un alejamiento temporal de especies de mamíferos, aves y herpetofauna debido a la presencia de personal y maquinaria en las áreas de intervención de casa de máquinas. En el caso de la herpetofauna sería un impacto negativo permanente moderado debido al poco rango de desplazamiento de las especies y al cambio de uso de suelo. Igualmente podría existir una afectación temporal a la fauna acuática del río Upano durante las actividades de construcción por deslizamientos en áreas cercanas al río sino se implementan medidas de control de erosión.

E9, E10	La apertura del DDV e instalación de tubería de conducción generarán un impacto moderado sobre la vegetación debido a su remoción total o disposición de material extraído en las márgenes de la zanja. Será un impacto temporal que culminará una vez se restituya el área y se inicien los procesos de revegetación. Igualmente, la vegetación ribereña podría verse afectada indirectamente por deslizamientos de material producto de la excavación si no se toman medidas de control de erosión en las áreas cercanas al río Upano.
E11, E12, E13, E14	Las actividades de apertura del DDV e instalación de tubería de conducción generarán un alejamiento temporal de especies de mamíferos y aves debido a la presencia de personal y maquinaria en las áreas de intervención. En el caso de la herpetofauna sería un impacto negativo moderado debido al poco rango de desplazamiento de las especies y al cambio de uso de suelo. Igualmente podría existir una afectación eventual a la fauna acuática del río Upano durante las actividades por deslizamientos en áreas cercanas al río sino se implementan medidas de control de erosión. En todos los casos será necesario implementar un monitoreo y seguimiento de fauna y flora para aplicar un plan de rescate de ser necesario
F9	La construcción de la chimenea de equilibrio implicará la remoción de cobertura vegetal en el área de implantación el cual es un impacto permanente moderado de baja reversibilidad considerando que la estructura deberá ir semienterrada.
F11, F12, F13	Las actividades de construcción de la chimenea de equilibrio generarán un alejamiento temporal de especies de mamíferos y aves debido a la presencia de personal y maquinaria en las áreas de intervención. Sin embargo, es un impacto reversible una vez concluidas las actividades. En el caso de la herpetofauna sería un impacto negativo con poco rango de desplazamiento de las especies. En todos los casos será necesario implementar un monitoreo y seguimiento de fauna y flora para aplicar un plan de rescate de ser necesario.
G9	La instalación de la LT implicará la poda o desbroce de cobertura vegetal en el área de intervención acorde a la franja de servidumbre establecida. Hay que considerar que en la mayoría del trayecto atraviesa zonas con algún nivel de intervención lo cual reduce la intensidad del impacto. Igualmente, la vegetación no será reemplazada y podrá recuperarse en las áreas intervenidas acorde a las medidas de seguridad para la fase de operación. Es un impacto es temporal y compatible por su alta reversibilidad.
G11, G12, G13	La presencia de personal y equipos para la instalación de la LT implicará el alejamiento temporal mientras duren las actividades, de las especies de aves, mamíferos, y herpetofauna que tiene poca capacidad de desplazamiento. Sin embargo, es un impacto altamente reversible una vez finalizadas las actividades, por lo que tiene carácter compatible.
H11, H12, H14	Dadas las extensas dimensiones de los equipos utilizados en proyectos hidroeléctricos como las turbinas de generación que se montan, se deben despejar las áreas de transporte para maquinaria pesada, lo que involucra la eliminación de vegetación, ruido y vibraciones, lo que generará un alejamiento temporal de especies de mamíferos y aves, también debido a la presencia de personal en las áreas de intervención. Son impactos compatibles. Durante el montaje de equipos ocurre una notable liberación de partículas, gases y productos químicos eventualmente, que pueden afectar la calidad del agua en las áreas circundantes de no existir un control adecuado, lo cual

	resulta poco probable dado el manejo del plan de control de sustancias contaminantes que se tiene establecido, sin embargo, en el caso adverso, la fauna acuática se vería afectada temporalmente, pero sus consecuencias son reversibles y su impacto es compatible.

8.5.1.3. Componente socioeconómico y cultural

Para el componente socioeconómico y cultural dentro de la fase de construcción se determinan los siguientes resultados:

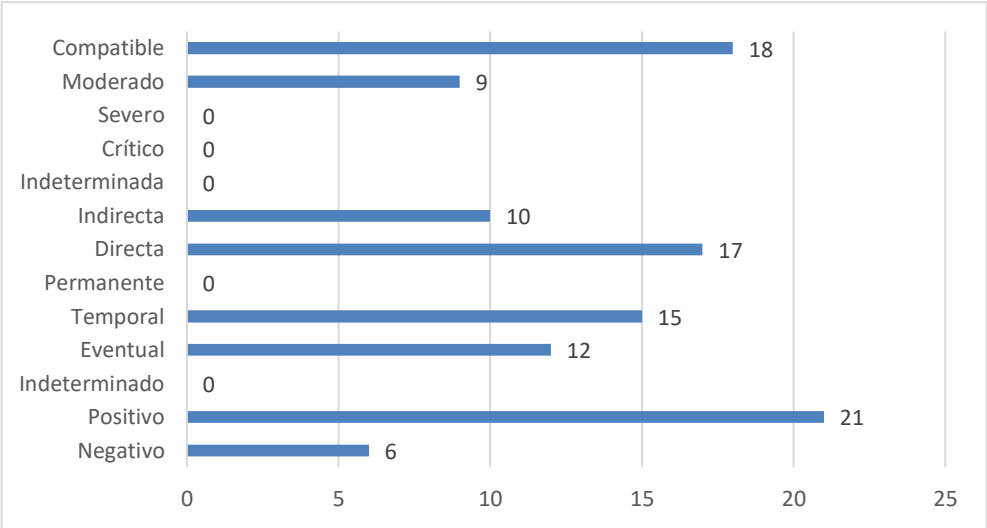


Figura 8.9. Evaluación de impactos del componente social fase de construcción
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Interrelación	Descripción de Impactos
A15, A18	Las actividades de adecuación generarán un impacto positivo en la población local debido a oportunidades laborales, que si bien son temporales tiene una intensidad media en los ingresos familiares lo cual a su vez causa un impacto positivo en la mejora de las condiciones de vida de la población.
B15, B18	Las actividades de transporte de equipos y personal generarán un impacto positivo relacionado a la generación de empleo y contratación de servicios en la localidad lo cual a su vez mejora las condiciones de vida de las familias y población.
B16	La mayor presencia de vehículos y personal durante las actividades de transporte eventualmente podrían generar un impacto negativo en la salud debido a la generación de polvo, desechos y los riesgos de salud por lo cual se deberá poner mucha atención a medidas de bioseguridad e higiene del personal y áreas como comedores, baterías sanitarias, oficinas al igual que a medidas de adecuadas de gestión de desechos acorde a la normativa.
C15, C17, C18	La creación de empleo para los residentes de las áreas afectadas se traduce en un impacto positivo de carácter temporal que contribuirá a elevar la calidad de vida de las familias de los empleados involucrados durante la fase de construcción del proyecto. Además, estas actividades representan una oportunidad para que los trabajadores adquieran un mayor conocimiento y formación específica, a través de procesos de capacitación y educación.

	Asimismo, se abre la posibilidad de brindar apoyo a la comunidad en términos de mejora en las condiciones de educación, salud y otros aspectos.
C16	La mayor presencia de personal aumenta los riesgos de salud lo cual generaría un impacto negativo en la población por lo cual se deberá poner mucha atención a medidas de bioseguridad e higiene del personal y áreas como comedores, baterías sanitarias, oficinas al igual que a medidas de mitigación para ruido, calidad de aire, manejo de desechos.
D15, D17, D18	La generación de empleo para pobladores de las zonas de influencia como casa de máquinas, constituye un impacto temporal positivo que mejorará la calidad de vida de las familias de los trabajadores involucrados durante la construcción del proyecto. Las actividades representan una posibilidad para que los trabajadores involucrados puedan generar mayor conocimiento y formación específica, así como procesos de capacitación Igualmente será una oportunidad para generar apoyo hacia la comunidad para el mejoramiento de condiciones de educación, salud, etc en la comunidad.
D16	En cuanto a la salud de la población, existen ciertos riesgos, puesto que la mayor presencia de personal aumenta la posibilidad de enfermedades, por lo cual se deberá poner mucha atención a medidas de bioseguridad e higiene del personal y áreas como comedores, baterías sanitarias, oficinas al igual que a medidas de mitigación para ruido, calidad de aire, manejo de desechos. Sin embargo, es un impacto que eventualmente podría ocurrir.
E15, E17, E18	La generación de empleo para pobladores de las zonas de influencia constituye un impacto temporal positivo que mejorará la calidad de vida de las familias de los trabajadores involucrados durante las actividades de apertura del DDV e instalación de la tubería de conducción. Las actividades representan una posibilidad para que los trabajadores involucrados puedan generar mayor conocimiento y formación específica, así como procesos de capacitación.
E16	Durante las actividades de apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, aumentará la presencia de personal y los riesgos de salud lo cual generaría un impacto negativo en la población por lo cual se deberá poner mucha atención a medidas de bioseguridad e higiene del personal y áreas como comedores, baterías sanitarias, oficinas al igual que a medidas de mitigación para ruido, calidad de aire, y manejo de desechos.
E19	Las actividades de apertura de zanja, DDV e instalación de tubería eventualmente podrían generar un impacto negativo sobre los puntos arqueológicos identificados, para lo cual será necesario mantener un monitoreo de actividades y en caso de ser necesario y encontrar vestigios en las áreas de intervención realizar actividades de rescate.
F15, F18	La generación de empleo y servicios permanente para pobladores de las zonas de influencia constituye un impacto positivo permanente durante las actividades constructivas de la chimenea de equilibrio, lo cual a su vez conlleva a mejoras en las condiciones de vida de la población en general y de las familias en particular.

G15, G17, G18	La instalación de la LT generará empleo para pobladores de las zonas de influencia lo cual constituye un impacto temporal positivo que mejorará la calidad de vida de las familias de los trabajadores involucrados durante la construcción del proyecto. Las actividades también representan una posibilidad para que los trabajadores involucrados puedan generar mayor conocimiento y formación específica, así como procesos de capacitación.
H15, H17, H18	El montaje y prueba de equipos durante la fase constructiva involucran el transporte y manejo de estos, lo que constituye impactos eventuales positivos que mejorará la calidad de vida de las familias de los trabajadores involucrados debido a la necesidad de mano de obra y la generación de empleo. Asimismo, estas actividades representan una posibilidad para que los trabajadores involucrados puedan generar mayor conocimiento y formación específica, así como procesos de capacitación.
H16	Las actividades de montaje y pruebas de equipos movilizan grupos de trabajadores y vehículos, lo que podría generar un impacto negativo en la salud debido a la generación de polvo, desechos y el tránsito de enfermedades virales, por lo cual se deberá poner mucha atención a medidas de bioseguridad e higiene del personal y áreas como comedores, baterías sanitarias, oficinas al igual que a medidas de adecuadas de gestión de desechos acorde a la normativa.

8.5.2. Operación y mantenimiento

8.5.2.1. Componente físico

Para el componente físico dentro de la fase de operación y mantenimiento se determinan los siguientes resultados:

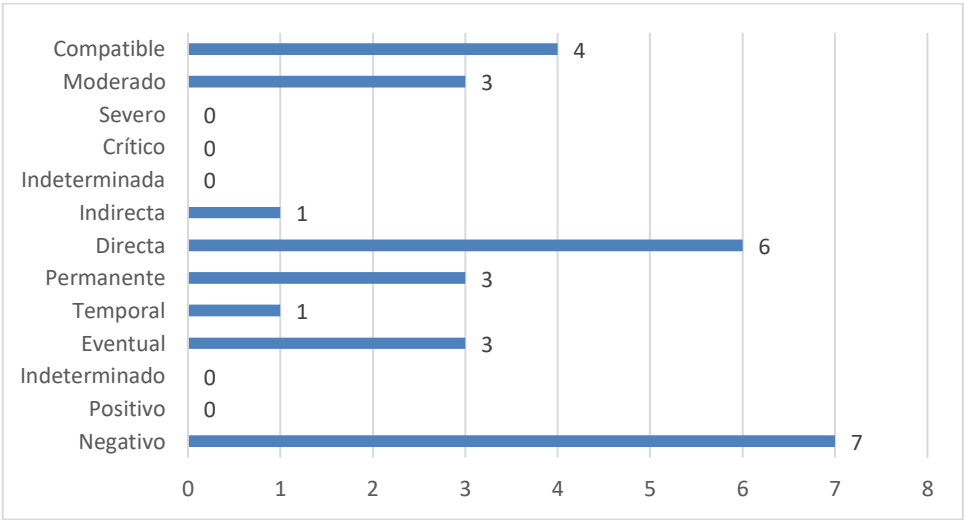


Figura 8.10. Evaluación de impactos del componente físico fase de operación y mantenimiento
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Interrelación	Descripción de Impactos
I1	La operación del proyecto hidroeléctrico implica el represamiento de un río para crear un embalse y generar energía. Esto puede alterar significativamente el nivel del agua, lo que a su vez puede afectar en los niveles freáticos y la

	recarga de acuíferos, afectando a la geología local. Además de que, el flujo de agua liberado desde la presa puede tener tasas de sedimentación más altas aguas abajo debido a la disminución de la velocidad del flujo. Esto puede afectar las formas de la tierra y la geología de la región, ya que los sedimentos pueden depositarse en áreas previamente no afectadas. El impacto en caso de ocurrir es negativo y de mediana extensión, pero puede prevenirse con el control adecuado de sedimentos o dragado para que el embalse generado no sobrepase su capacidad, por lo que el dictamen del impacto es moderado.
I2	La operación y mantenimiento requiere de zonas de almacenamiento de combustible y de desechos peligrosos, elementos que podrían causar afectación a la calidad del suelo de las áreas donde se ubiquen, sino se mantienen medidas adecuadas de gestión. Este impacto si bien es negativo también es reversible y de poca probabilidad de ocurrencia debido a que normativamente se deben cumplir parámetros ambientales estrictos para manejo de combustibles y desechos peligrosos.
I3	Se generará un impacto permanente y medianamente reversible relacionado con el cambio de uso de suelo del área de influencia directa el cual si bien es permanente está restringido a las áreas de las facilidades del proyecto por lo cual es de extensión puntual.
I4	Las actividades de operación y mantenimiento implicarán el monitoreo de zonas inestables, en caso de existir, las cuales eventualmente podrán generar deslizamientos debido a sus condiciones y falta de cobertura vegetal. Es un impacto negativo, probable, de mediano riesgo y reversible que puede ser mitigado con acciones de revegetación y estabilización permanentes.
I5	La operación y mantenimiento implican el funcionamiento permanente de las facilidades construidas por lo cual su permanencia generará un impacto en el paisaje, el cual se considera moderado, de reversibilidad media, pero de mediana probabilidad de ocurrencia debido a que la zona igualmente presenta afectaciones al paisaje por acciones antrópicas. Se deberá implementar medidas de revegetación para mitigar este impacto
I6	La operación podría generar impactos negativos sobre los cursos de agua superficial y eventualmente sobre su calidad, debido a la reducción de caudal del río Upano. Se considera un impacto compatible ya que, si bien existe reducción de caudal en este tramo, se mantiene un caudal ecológico permanente del río Upano.
I8	La operación y mantenimiento generará un impacto negativo por incremento de niveles de ruido en el área de casa de máquinas por el funcionamiento de los grupos de generación, este es un impacto moderado ya que se implementarán medidas de monitoreo y mitigación.

8.5.2.2. Componente biótico

Para el componente biótico dentro de la fase de operación y mantenimiento se determinan los siguientes resultados:

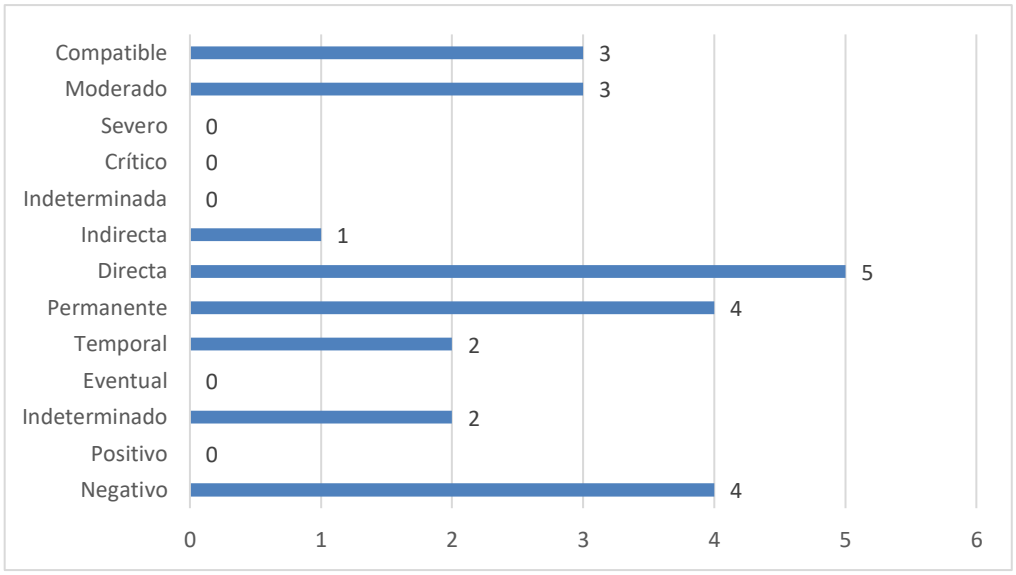


Figura 8.11. Evaluación de impactos del componente biótico fase de operación y mantenimiento
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Interrelación	Descripción de Impactos
I9, I10	Para la vegetación, la operación y mantenimiento constituyen eventualmente un impacto indeterminado y compatible, sin embargo, existirá la implementación de acciones de recuperación y revegetación con especies principalmente nativas que permitirán mejorar la cobertura vegetal de áreas afectadas y riberas del río Upano. En el caso de la vegetación ribereña, la afectación es indirecta y el impacto es compatible.
I11, I12, I13	En el caso de mamíferos, aves y herpetofauna, las actividades de operación y mantenimiento podrían causar un impacto negativo moderado por la circulación permanente de vehículos y personal, así como el aumento de ruido en la zona de la Casa de Máquinas lo que causaría un alejamiento de las especies en las áreas aledañas mientras se recupera la vegetación. Será necesario implementar un plan de monitoreo biótico con el fin de determinar los procesos de recuperación o no de las áreas intervenidas.
I14	La operación y mantenimiento eventualmente podría afectar a la fauna acuática por contaminación de los cursos hídricos por combustibles o desechos peligrosos si los mismos no son adecuadamente gestionados. Igualmente existirá un impacto permanente en la zona de la descarga de agua en donde se incrementará el caudal y fuerza de descarga de agua en ese punto lo cual generará un posible alejamiento de la fauna acuática únicamente en ese punto de descarga, siendo un impacto puntual y por tanto compatible.

8.5.2.3. Componente socioeconómico y cultural

Para el componente socioeconómico y cultural dentro de la fase de operación y mantenimiento se determinan los siguientes resultados:

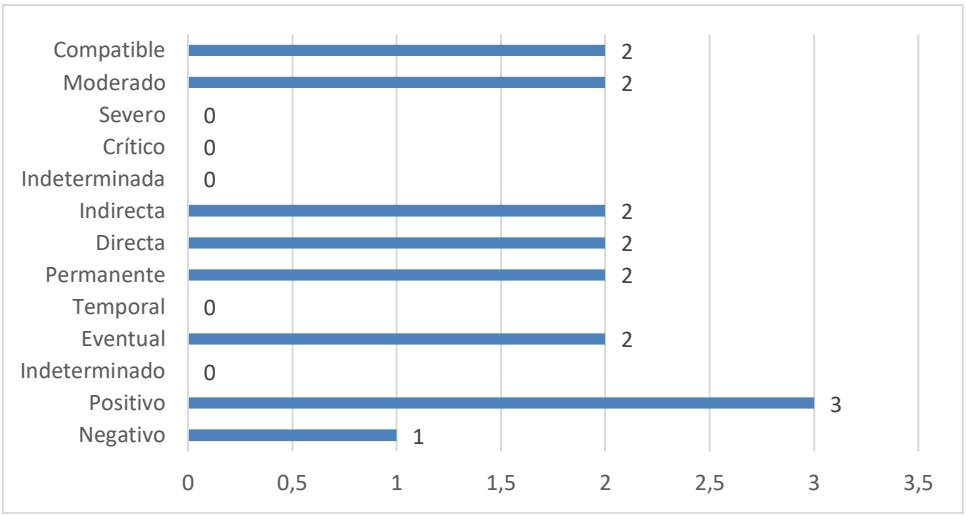


Figura 8.12. Evaluación de impactos del componente social fase de operación y mantenimiento
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Interrelación	Descripción de Impactos
I15, I17, I18	La generación de empleo permanente para pobladores de las zonas de influencia constituye un impacto positivo durante la operación y mantenimiento del proyecto que mejorará la calidad de vida de las familias de los trabajadores involucrados y de la comunidad en general. Este impacto se considera moderado por su duración permanente. Las operación y mantenimiento representan una posibilidad para que los trabajadores involucrados puedan generar mayor conocimiento y formación específica, así como procesos de capacitación de largo plazo. Igualmente será una oportunidad para generar apoyo hacia la comunidad para el mejoramiento de condiciones de educación, salud, salubridad, etc en la comunidad mediante acuerdos entre la empresa y la comunidad.
I16	La presencia de vehículos y personal durante las actividades de operación y mantenimiento eventualmente podrían generar un impacto negativo en la salud debido a la generación de desechos y riesgos de salud por lo cual se deberá poner mucha atención a medidas de bioseguridad e higiene del personal y áreas como comedores, baterías sanitarias, oficinas al igual que a medidas de adecuadas de gestión de desechos acorde a la normativa.

8.5.3. Cierre

8.5.3.1. Componente físico

Para el componente físico dentro de la fase de cierre se determinan los siguientes resultados:

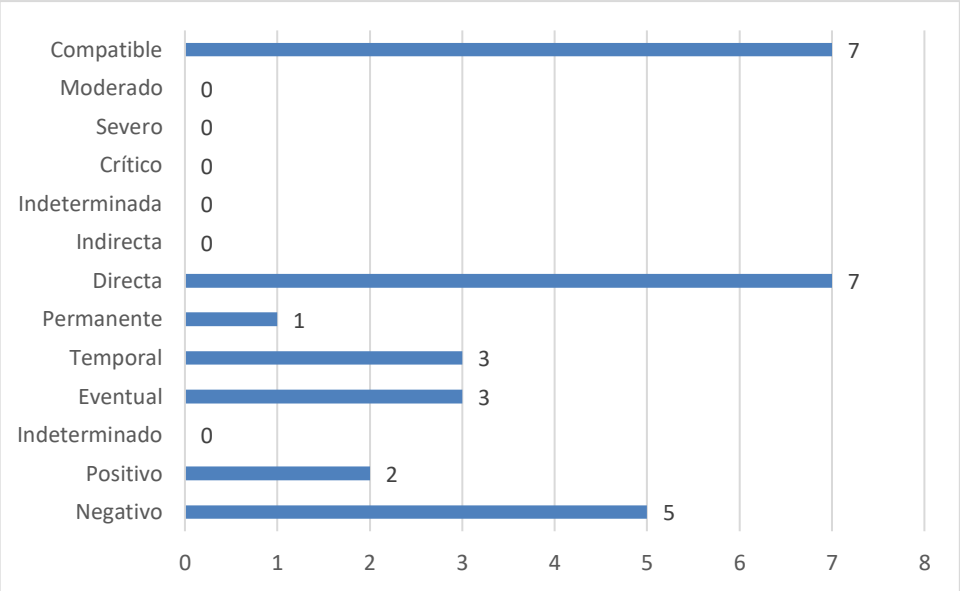


Figura 8.13. Evaluación de impactos del componente físico fase de cierre
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Interrelación	Descripción de Impactos
J2	La fase de cierre requiere de uso de maquinaria para desmontaje de equipos y áreas de limpieza de este por lo cual eventualmente se generaría un impacto negativo por posibles liqueos de combustible o desechos peligrosos. Este impacto si bien es negativo también es reversible y de poca probabilidad de ocurrencia debido a que normativamente se deben cumplir parámetros ambientales estrictos para manejo de combustibles y desechos peligrosos. El desmontaje de equipos utilizados para la construcción por ejemplo planta de hormigonado, oficinas, letrinas, etc podrían generar procesos de afectación a la calidad de suelo, agua, aire si no se manejan adecuadamente ya que se removerán productos e infraestructura que puede provocar liqueos o residuos peligrosos fundamentalmente. En todo caso son impactos compatibles, de baja probabilidad de ocurrencia y altamente reversibles.
J3	Se generará un eventual impacto positivo sobre el uso de suelo por el desmontaje de equipos, sin embargo, es un impacto de poca ocurrencia debido a que las áreas no serán desmanteladas en su totalidad y luego de la vida útil del proyecto la infraestructura pasará a cargo del Estado Ecuatoriano. Se dictamina como compatible.
J4	El desmontaje de equipos podría generar actividades que impliquen trabajos en zonas inestables afectando las mismas de manera temporal. Es un impacto negativo, probable, de bajo riesgo y alta reversibilidad que puede ser mitigado con acciones de revegetación y estabilización, por lo que se dictamina como compatible.
J5	Un impacto positivo por el desmontaje de equipos será sobre el paisaje ya que se eliminarán algunos elementos externos artificiales al entorno natural de la zona. La fase de cierre definitiva podría generar un impacto positivo permanente respecto al paisaje por la ausencia de vehículos, personal y equipos de generación. Sin embargo, es un impacto de baja probabilidad e intensidad considerando que no es posible el retiro total de la infraestructura y que la misma pasará a cargo del Estado Ecuatoriano.

J6	La fase de cierre podría generar impactos negativos sobre los cursos de agua superficial y eventualmente sobre su calidad, debido al retiro y limpieza de equipos. Se considera un impacto eventual y compatible debido a su reversibilidad.
J7, J8	La fase de cierre generará un impacto negativo en la calidad de aire e incremento de niveles de ruido por la necesidad de maquinaria para desmontaje de infraestructura o equipos de generación, estos impactos son compatibles y temporales.

8.5.3.2. Componente biótico

Para el componente biótico dentro de la fase de cierre se determinan los siguientes resultados:

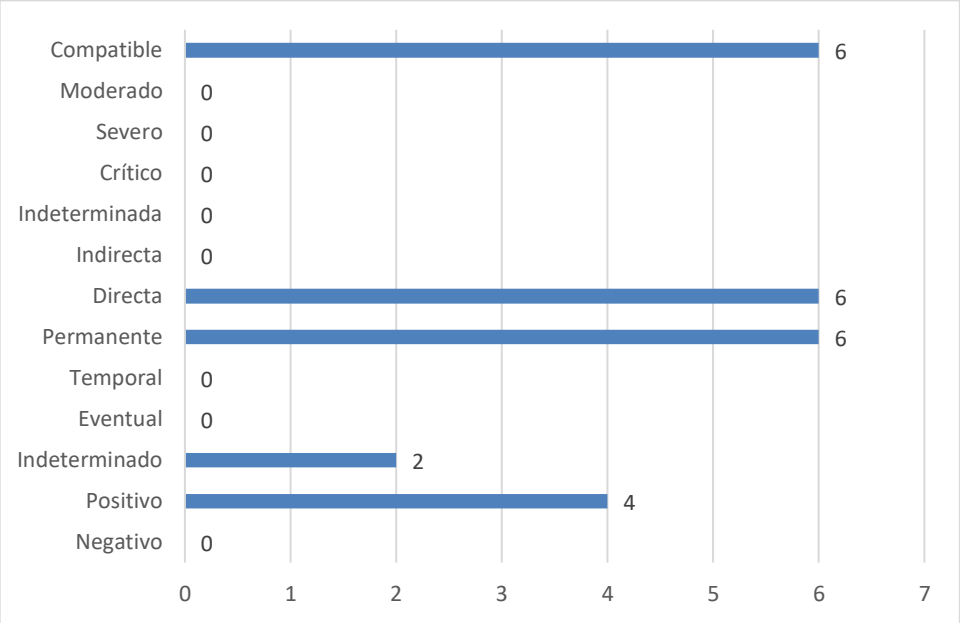


Figura 8.14. Evaluación de impactos del componente biótico fase de cierre
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Interrelación	Descripción de Impactos
J9, J10	El desmontaje de equipos eventualmente un cierre de operaciones luego de la vida útil del proyecto causará un impacto indeterminado pero compatible con respecto a la vegetación y vegetación ribereña, ya que no existirá el paso de personal o vehículos, permitiendo una recuperación natural de la misma.
J11, J12, J13, J14	El desmontaje de equipos y un eventual cierre de operaciones luego de la vida útil del proyecto constituyen impactos positivos para la fauna terrestre y acuática debido a que se eliminarían fuentes de ruido y caudal de descarga restituyéndose el caudal original al río Upano. Estos impactos permitirían la recuperación del ecosistema siempre y cuando las condiciones de intervención antrópica aledañas a las áreas igualmente mantengan sus condiciones. Se consideran como impactos compatibles de alta reversibilidad.

8.5.3.3. Componente socioeconómico y cultural

Para el componente socioeconómico y cultural dentro de la fase de cierre y mantenimiento se determinan los siguientes resultados:

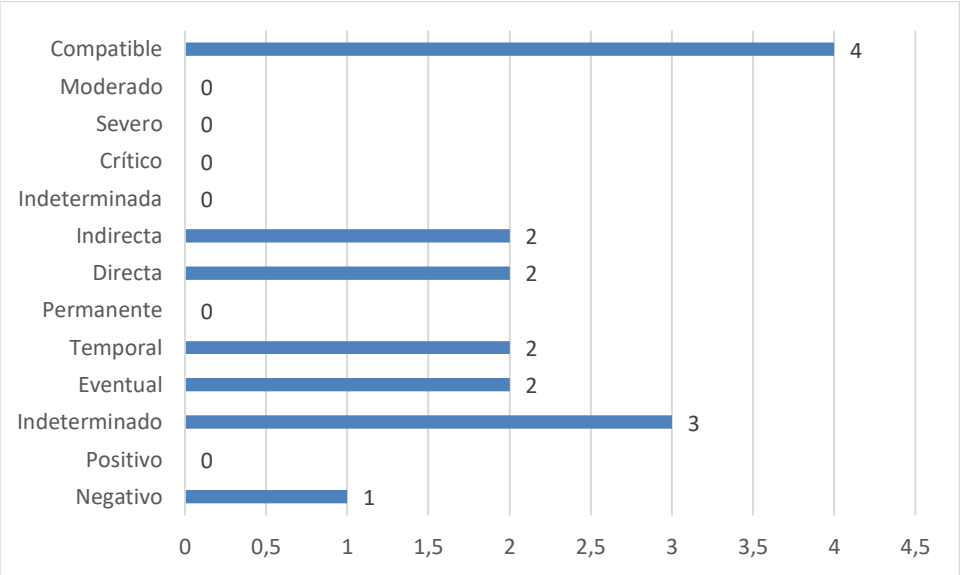


Figura 8.15. Evaluación de impactos del componente socioeconómico y cultural fase de cierre
Fuente y elaboración: Equipo consultor

Interrelación	Descripción de Impactos
J15, J17, J18	El desmontaje de equipos generará empleo en pobladores locales mejorando su calidad de vida y de sus familias, sin embargo, un cierre definitivo de la operación una vez concluida la vida útil del proyecto podría representar un impacto negativo para la población ya que se perderían plazas de trabajo permanente, posibilidades de formación técnica de los trabajadores y reducción de condiciones de vida para los desempleados. Igualmente, un cierre definitivo de las operaciones luego de la vida útil del proyecto representaría reducción de posibilidades de ayuda para la comunidad a través de convenios, y posibilidades de educación y capacitación. Debido a estas razones estos impactos se consideran indeterminados ya que podrían generar condiciones positivas o negativas a la vez. En todo caso son impactos de dictamen compatible por su eventualidad, temporalidad, intensidad, plazo y riesgo de que se produzcan.
J16	El desmontaje de equipos temporales luego de la construcción y por un eventual cierre de operación luego de terminada la vida útil del proyecto eventualmente podrían generar un impacto negativo en la salud debido a la generación de desechos y riesgos de salud.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO HIDROQUEST

9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

Preparado por:

HIDROQUEST

Para:

MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA

ENERO 2024

CONTENIDO

9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 3

9.1. Plan de prevención y mitigación ambiental 4

9.2. Plan de Contingencias 4

9.3. Plan de Capacitación 12

9.4. Plan de Manejo de Desechos 12

9.5. Plan de Relaciones Comunitarias 13

9.6. Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas 14

9.7. Plan de rescate de vida silvestre 15

9.8. Plan de Cierre y Abandono 15

9.9. Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental 16

9.10. Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional 21

9.10.1. Subplan fase constructiva 21

9.10.2. Subplan fase operativa y mantenimiento 27

9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El presente Plan de Manejo Ambiental aplica a las actividades de construcción, operación y cierre del Proyecto Hidroeléctrico Hidroquest. Está estructurado considerando lo establecido en el Art. 435 del Reglamento al COA que establece:

El plan de manejo ambiental es el documento que contiene las acciones o medidas que se requieren ejecutar para prevenir, evitar, mitigar, controlar, corregir, compensar, restaurar y reparar los posibles impactos ambientales negativos, según corresponda, al proyecto, obra o actividad.

El plan de manejo ambiental según la naturaleza del proyecto, obra o actividad contendrá, los siguientes sub-planes, considerando los aspectos ambientales, impactos y riesgos identificados:

a) Plan de prevención y mitigación de impactos;
b) Plan de contingencias;
c) Plan de capacitación;
d) Plan de manejo de desechos;
e) Plan de relaciones comunitarias;
f) Plan de rehabilitación de áreas afectadas;
g) Plan de rescate de vida silvestre, de ser aplicable;
h) Plan de cierre y abandono; y,
i) Plan de monitoreo y seguimiento…"

Adicionalmente, se incluye por separado un Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional que por la naturaleza del proyecto se recomienda desarrollarlo a pesar de que en el reglamento del COA no se menciona su obligatoriedad.

Para la fase operativa, no se incluye un plan de Rescate de vida silvestre ya que durante la operación no se intervendrán áreas y el objetivo será dar seguimiento a la recuperación del ecosistema de las zonas intervenidas más no un rescate.

El PMA está orientado a proporcionar mecanismos prácticos para la prevención, mitigación, control y rehabilitación de los potenciales impactos al ambiente dentro del área de influencia directa de las actividades del proyecto.

La aplicación del PMA es responsabilidad de HIDROQUEST, a través de su Gerencia General, para lo cual se dispondrá de un equipo técnico de SSA como una instancia técnico-operativa encargada de la gestión socio-ambiental y verificación del cumplimiento de las medidas establecidas en el presente documento.

Se ha estructurado y se presenta el PMA tanto para construcción, operación y mantenimiento y cierre. Las actividades de cierre y abandono de la fase operativa aplican básicamente a la fase de cierre del proyecto. El cierre de un proyecto implica su abandono temporal o definitivo en especial por el traspaso o entrega de la

infraestructura al Estado Ecuatoriano una vez finalizada el tiempo de concesión o por pedido de las autoridades rectoras sectoriales.

La Fase de Cierre no implica planes de manejo adicionales ya que esta fase se ejecuta previo informe y autorización ambiental de la autoridad respectiva en caso de abandono temporal o definitivo en especial por el traspaso o entrega de la infraestructura al Estado Ecuatoriano una vez finalizada el tiempo de concesión o por pedido de las autoridades rectoras sectoriales.

Con esta consideración y previa evaluación ambiental del área, para la fase de Cierre y Abandono se procedería a elaborar un informe técnico para conocimiento y aprobación del MAATE.

Cada una de las actividades que componen cada Plan se detallan en el formato Excel establecido por el sistema SUIA. A continuación de detalla el contexto general de cada plan.

9.1. Plan de prevención y mitigación ambiental

El Plan de Prevención y Mitigación de Impactos está diseñado sobre la base del cumplimiento de objetivos articulados en torno a los impactos identificados y evaluados previamente en los diferentes componentes ambientales.

Es importante tener en cuenta que, en muchos casos, las medidas aplicables se interrelacionan con impactos que afectan indistintamente a más de un componente socioambiental. De modo general, este plan implica parámetros de interrelación debido a la dimensión ecológica de los procesos entre componentes ambientales. No obstante, en el marco de esas interrelaciones, se han vinculado las medidas de prevención y mitigación con aquellos impactos sobre los que tienen una incidencia mayor o más directa.

HIDROQUEST y sus contratistas están obligadas a ejecutar sus actividades conforme los lineamientos establecidos en este plan y normas ambientales vigentes y aplicables al sector hidroeléctrico, a fin de prevenir, reducir y controlar los impactos ambientales sobre los componentes: físico, biótico, socio-económico y cultural del área de influencia del proyecto.

El responsable del área ambiental exigirá el cumplimiento de las actividades planteadas en el Plan de Manejo, de tal manera que se garantice la prevención, minimización y/o control de los efectos negativos derivados de la operación del proyecto.

9.2. Plan de Contingencias

Los objetivos principales para los que se establece un Plan de Contingencias son identificar, analizar y controlar las situaciones de emergencia que se puedan presentar en un proyecto o empresa.

El plan está orientado a proporcionar una respuesta inmediata y eficiente ante la ocurrencia de cualquier situación de emergencia, con el propósito de prevenir los efectos sobre la salud humana, proteger la propiedad comunitaria en el área de influencia y reducir los riesgos para el ambiente y la infraestructura eléctrica.

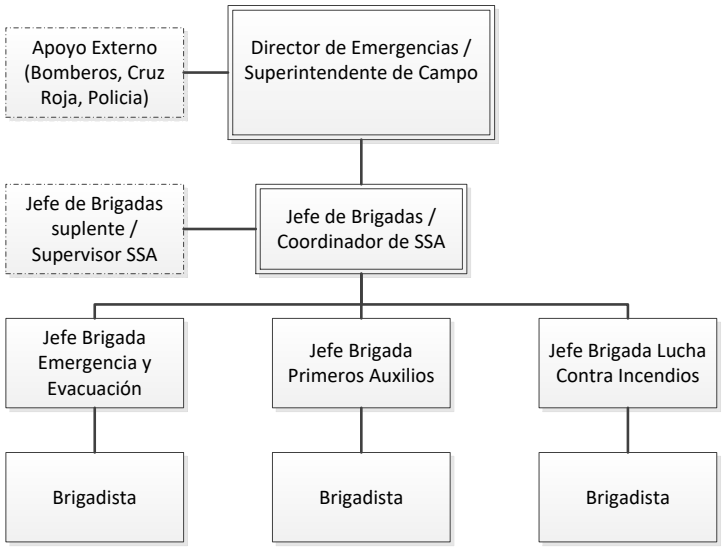
Este se debe considerar como un plan dinámico que será evaluado, retroalimentado y ajustado de acuerdo a los requerimientos de la emergencia.

Para enfrentar cualquier tipo de emergencia, la empresa proponente del proyecto y todas las empresas involucradas, deberán contar con los medios técnicos necesarios y suficientes, es así que deberán disponer de extintores, botiquines de primeros auxilios, kit anti derrames, equipos de detección y aviso de emergencias, rutas de evacuación, puntos de encuentro, señales de seguridad, etc.

Además, deberán contar con los medios humanos entrenados y capacitados para actuar en caso de una emergencia, para lo que se conformarán brigadas de atención de emergencias con por lo menos tres grupos de intervención:

- Brigada de Emergencia y evacuación
- Brigada de Primeros Auxilios
- Brigada de Lucha Contra Incendios

El recurso humano para actuar en caso de emergencia lo hace de acuerdo con el siguiente organigrama.



Procedimientos de actuación en caso de emergencia.-

El proyecto contará con los equipos técnicos, humanos y de infraestructura necesarios para enfrentar las diferentes situaciones de emergencia que se puedan presentar. Las brigadas son las entidades que se pondrán al frente en casos de emergencia.

Cuando haya la necesidad de realizar evacuación se deberá cumplir las siguientes indicaciones:

- Acudir a los puntos de reunión de manera ordenada, por las rutas de evacuación indicadas.
- Seguir las instrucciones de la brigada de evacuación.
- Colaborar de manera decidida tanto el momento de la evacuación como en el conteo del personal en los puntos de reunión o si se requiere de su ayuda.
- De ser posible, apagar y desconectar los equipos eléctricos y herramientas a su cargo
- Verificar su lugar de trabajo luego de la emergencia y antes de reiniciar las actividades
- Informar en caso de presentarse algún riesgo en su lugar de trabajo

A continuación, se describen las acciones de contingencias de acuerdo a la emergencia acaecida.

- Emergencia Médica / Accidente mayor / Eventos impredecibles.-

En cualquier momento se puede presentar un evento ambiental o de seguridad impredecible que merece la articulación de un procedimiento mínimo de respuesta. El objetivo primordial es proteger la vida de las personas por lo cual hay que considerar que cualquier persona puede verse afectada por un problema de salud súbito, por lo que deberemos contemplar esa posibilidad a la hora de identificar y planificar las diferentes situaciones de emergencia.

Ante una emergencia médica, la persona que la detecte avisará inmediatamente al equipo de primeros auxilios y al director de emergencias (éste puede avisar a las ayudas exteriores si lo estima conveniente). El equipo de primeros auxilios iniciará el sistema de emergencias conocido como P.A.S., que responde a las iniciales de tres actuaciones secuenciales para empezar a atender al accidentado:

• PROTEGER**:** antes de actuar, asegúrese de que tanto el accidentado como usted está fuera de todo peligro. Por ejemplo, ante un ambiente tóxico, no atenderemos al intoxicado sin antes proteger nuestras vías respiratorias. De ser necesario se deberá realizar la evacuación del área para lo que se debe activar la sirena y deberá intervenir la brigada de evacuación llevando a los trabajadores al punto de reunión. Esto se debe realizar de acuerdo al plan de evacuación que se presenta en este documento.

• AVISAR: a continuación, se dará aviso a la ayuda externa, Cuerpo de Bomberos, Hospital a través del teléfono 911, para inmediatamente empezar a socorrer en espera de ayuda, facilitándoles la siguiente información:

- Cómo se ha producido el accidente.
- Gravedad del mismo.

- Número de afectados.
- Cuando se ha producido.
- Lugar exacto del accidente.

• SOCORRER: una vez hemos protegido y avisado actuaremos sobre el accidentado reconociendo sus signos vitales, siempre en el siguiente orden:

- Imponer calma y orden en el lugar del accidente.
- Examinar al o a los accidentados:
    - Verificar la consciencia
    - Verificar la respiración
    - Verificar la circulación
- Verificar la existencia de hemorragias severas
- Siempre deberá darle prioridad a los trabajadores que presenten lesiones que pongan en peligro su vida: hemorragias, ausencia de pulso y/o respiración, envenenamiento y shock.
- No se moverá al accidentado a menos que sea estrictamente necesario.
- Mantenga al accidentado caliente.
- No dar líquidos, comida o medicamentos.
- Si el agente causante es un producto químico, se tomarán los datos del producto poniéndolo en conocimiento del servicio de urgencias de toxicología.

En el caso de eventos ambientales impredecibles se actuará de la siguiente manera:

- No acercarse a la zona del incidente
- Comunicar al director de emergencias
- Suspender la circulación de personal, maquinaria, equipos en la zona
- Evaluar la situación presentada, delimitar el área y paralizar actividades en la misma.
- Mantener la calma
- En caso de existir víctimas humanas proceder como casos de emergencias médicas y llamar a las entidades de socorro para el traslado de las víctimas en el menor tiempo posible y activar la brigada de primeros auxilios.
- Realizar un informe ambiental y de ser el caso establecer el mecanismo de comunicación con los organismos de control.

- Accidentes por electricidad.-

- No acercarse a la zona del incidente
- Comunicar al director de emergencias
- Suspender el fluido eléctrico y de combustible
- En caso de existir víctimas humanas, llamar a las entidades de socorro para el traslado de las víctimas en el menor tiempo posible y activar la brigada de primeros auxilios.
- Acercarse y tocar a las víctimas únicamente cuando la fuente de energía este desconectada o aislada.

- Para mover los cables energizados se debe usar materiales aislantes como madera, caucho, plástico, etc. Siempre y cuando se encuentre en suelo totalmente seco.

Incendio.-

Se considera que un incendio podría ser de nivel 1, 2 o 3. Los incendios de nivel 1 son fácilmente manejables, en estos casos, cualquier persona con capacitación en manejo de extintores podrá controlar el fuego por lo que se deberá hacer lo siguiente:

- La persona que vea el conato de incendio si tiene la capacitación suficiente deberá tomar un extintor y apagar el fuego.
- En caso de no estar capacitada, deberá informar a supervisor del área donde se está produciendo el fuego para que lo controle.

Si el incendio pasa a ser de nivel 2, se debe hacer lo siguiente:

- Informar al director de emergencias.
- Activar la brigada de control de incendios, quienes acudirán al lugar del siniestro para controlar el fuego
- Activar la brigada de evacuación
- Informar el siniestro al Cuerpo de Bomberos
- Activar las Sirenas de aviso de evacuación
- Cortar el flujo de electricidad y de combustibles
- Evacuar a los trabajadores hacia los puntos de reunión

Si se presenta un incendio de nivel 3, se deberá actuar de la misma manera que en los de nivel 2, pero el incendio toma proporciones muy grandes que no pueden ser controladas por la brigada por lo que solo harán lo posible por contener el fuego hasta que llegue la entidad de apoyo externa.

En caso de presentarse víctimas, se activará la brigada de primeros auxilios y se trasladará a las víctimas lo más pronto posible hacia un centro de salud.

Explosión, manejo de explosivos.-

- Aplicar el programa de actuación para incendios nivel 3 si se presenta un incendio luego de la explosión.
- No ingresar al área de la explosión mientras haya riesgo.
- Activar las sirenas para evacuación.
- Activar la brigada de evacuación y evacuar el área del siniestro.
- Cortar los flujos de electricidad y de combustible.

Derrames.-

Pueden existir derrames tipo A, B y C, dependiendo de la cantidad de líquido derramado y de la peligrosidad del mismo.

Para derrames tipo A, cantidades muy pequeñas de combustible o aceite, el personal del área debe parar el flujo contaminante. Recoger el combustible con material absorbente (aserrín, viruta, arena, etc.). Disponer en el lugar adecuado, según el procedimiento de "Manejo de desechos".

Para derrames tipo B, derrames pequeños de aceite o combustible menores a 50 galones (o 200 Kg. aproximadamente):

- El grupo de apoyo suspenderá el flujo eléctrico y de combustibles (si es que fuera el caso).
- Evacuará a las personas en riesgo a un lugar más seguro, brindándoles primeros auxilios y estabilizándolos, si se requiere evacuará al afectado a una casa de salud.
- El grupo de ataque, con ayuda del personal del área, usando los elementos de protección personal, se tapará la fuga del contaminante, recogerá en lo posible el producto derramado.
- Si es necesario se construirán zanjas para limitar la contaminación. Se pondrá material absorbente (aserrín) si fuera necesario para recoger la mayor cantidad de contaminante.
- Se evitará que el producto llegue a los desagües o alcantarilla.
- Los desechos generados, serán dispuestos según el procedimiento "Manejo de Desechos".

En caso de derrames tipo C, derrames de Producto Químico Peligroso, mayores a 50 galones (200 Kg. aproximadamente):

- Una vez declarado el siniestro, el Coordinador General de Emergencia evaluará la situación y consultará con el Gerencia General / Técnico Seguridad y al Coordinador en Ambiente.
- Si esto sucede, todo el personal se dirigirá al punto de reunión. El Coordinador General de Emergencia y/o Coordinador de Grupo, se encargará del evento, manteniendo informado permanentemente a la Gerencia.
- Si es necesario pedirá ayuda externa (Policía, Bomberos, Defensa Civil, 911, Cruz Roja, etc.).
- El Coordinador de Grupo recibirá instrucciones del Coordinador de Emergencia y supervisará su ejecución.
- El grupo de apoyo, suspenderá el suministro de electricidad y combustibles (si es el caso).
- El grupo de ataque, usando los elementos de protección personal adecuados, tratará de controlar el derrame o fuga del producto contaminante, usando los elementos de protección personal.
- Se podrá excavar zanjas con el objetivo de limitar la contaminación. Se recogerá el producto derramado.

- Si se requiere se pondrá material absorbente (aserrín) para recoger la mayor cantidad de contaminante.
- Los desechos generados serán dispuestos según el procedimiento "Manejo de Desechos"

Sismos.-

- Mantener la calma
- Protegerse de la caída de objetos durante el sismo formando un triángulo de vida
- Activar las sirenas para evacuación
- Activar la brigada de evacuación
- Realizar la evacuación de todos los trabajadores hacia los sitios de reunión
- Permanecer en los sitios de reunión mientras exista algún riesgo
- Evaluar la situación de las instalaciones, la infraestructura, los equipos
- Únicamente el director de emergencias puede determinar la reanudación de las actividades y el regreso a los puestos de trabajo.

Conmoción social.-

- Mantener la calma
- No intervenir ni pronunciarse ante los autores de actos vandálicos o delincuenciales.
- Únicamente el director de emergencias podrá hablar o dirigirse a los causantes de la conmoción, o en su ausencia el jefe de brigadas

Vandalismo.-

En caso de atentados o actos vandálicos en contra de personas, vehículos, maquinaria y equipos. Se coordinará ayuda de manera inmediata a través de los supervisores, personal encargado de las relaciones con la comunidad y autoridades locales.
El personal que haya presenciado actos vandálicos deberá evitar exponerse ante los autores de estos actos.

Comunicación de un incidente o accidente y acciones inmediatas

Después de cada emergencia se realizará el respectivo Informe Definitivo de Emergencia, que será basado en el Informe Preliminar de Accidente (que se realizará inmediatamente después de cada uno de estos eventos, cualquiera fuera su naturaleza). El Informe Definitivo deberá evaluar las acciones tomadas ante la contingencia y entre sus conclusiones se observarán los aspectos que se deben mejorar dentro de este Plan de Emergencias, con lo cual se retroalimentará al mismo para su mejora continua.

Antes de retornar a las actividades normales, se verificará el estado de la infraestructura y puestos de trabajo con el objetivo de evaluar si existe algún riesgo como consecuencia del evento ocurrido, una vez que se hayan evaluado y tomado acciones correctivas, de ser necesario, se retornará a las actividades normales.

Si después de las emergencias ha quedado algún residuo o desecho se debe proceder de acuerdo al procedimiento Manejo de Desechos.

Dependiendo de los resultados de la aplicación a estos procedimientos de emergencia se podrá o no revisar nuevamente y establecer cambios para la mejora del Plan.

La administración llevará un registro de los equipos para gestión de contingencias, donde constan la ubicación, composición, peso, fecha de mantenimiento y próximo mantenimiento.

Durante el curso de las operaciones, de considerarse oportuno, se establecerá comunicación con los representantes de medios de comunicación (prensa, radio o televisión), a fin de informar sobre las condiciones actuales, como también para prevenir a la población.

La relación con los medios de comunicación tiene el siguiente objetivo:

- Asegurar que todos los informes sean verídicos,
- Representar la posición de la Empresa en forma justa,
- Demostrar el deseo de responder adecuadamente a la contingencia, e
- Informar al público sobre las acciones correctivas que se están tomando.

En todos los casos se debe actuar para eliminar la prolongación de los riesgos para las personas, el medio ambiente o las instalaciones, evitando siempre la exposición del personal a riesgos para su seguridad.

Entrenamiento del Personal y Simulacros

El personal que participe y forme parte de los grupos de emergencia, deberá estar preparado para efectuar los simulacros de cualquier sitio, con la frecuencia adecuada, con el objeto de ir adquiriendo destreza, eficiencia y seguridad. Se simulará diversas condiciones de emergencia, se entrenará al personal para instalar el equipo mínimo necesario en caso de contingencia. A medida que se lleve a cabo las simulaciones y se evalúe el plan, se lo ajustará para un óptimo funcionamiento.

9.3. Plan de Capacitación

El Plan de Capacitación incluye eventos de capacitación como charlas, inducciones, talleres, socializaciones dirigidas a todos los trabajadores que participen en la construcción y operación del proyecto.

El objetivo del plan es lograr que los trabajadores obtengan conocimientos acerca de temas referentes al cuidado y protección del medio ambiente, así como en temas de seguridad y salud laboral y relaciones comunitarias.

Todas las capacitaciones ejecutadas deberán registrarse en el formato correspondiente y contarán con un sistema de evaluación que podría ser escrito o verbal y que servirá para verificar el nivel de conocimientos adquiridos por los capacitados.

Las empresas involucradas en la construcción, operación y mantenimiento del proyecto deberán establecer y cumplir con un cronograma anual de capacitaciones en el que se establezcan los temas que se tomarán en cuenta para las capacitaciones.

Es obligación además, que todo trabajador reciba una inducción inicial antes de ingresar a su puesto de trabajo, en esta inducción se dictarán las responsabilidades, obligaciones, derechos, prohibiciones que tiene el trabajador y se dará a conocer los procedimientos de implementación del PMA que se ejecutan en el proyecto.

9.4. Plan de Manejo de Desechos

Las actuales regulaciones ambientales ecuatorianas requieren de la adecuación de varias alternativas de manejo de desechos, que solas o combinadas van a permitir el almacenamiento temporal, la minimización, el tratamiento, reutilización y/o reciclado, o la disposición final de los desechos de manera adecuada.

La adecuada identificación y categorización de los desechos es la actividad más importante en las operaciones, para así escoger el conjunto de alternativas técnicas más apropiadas para su tratamiento y disposición final.

Con este propósito se ha procedido a clasificar los desechos de la siguiente manera:

Los desechos no peligrosos, son aquellos que no causan un efecto adverso a la salud humana o el medio ambiente y que requerirán de tratamiento mínimo convencional.

Los desechos peligrosos, basado en las regulaciones Ecuatorianas y las normas de la EPA de los EE.UU., son aquellos desechos que exhiben alguna de las siguientes características y que deberán por consiguiente, ser manejados y dispuestos con mucho cuidado:

- corrosivo (pH menor de 2 o mayor a 12.5),
- inflamable (punto de ignición menor de 140 oF o 60 oC),
- reactivo,
- tóxico (metales, pesticidas, otros), y
- explosivo.

HIDROQUEST y sus Contratistas deberán aplicar los siguientes principios sobre el manejo de sus desechos, considerando acciones de reducción en la fuente, reutilización y reciclaje:

- Incorporar en los procedimientos las consideraciones de generación mínima de desechos.
- Mantener limpias todas las áreas de trabajo.
- Verificar que el personal involucrado en el proyecto se encuentre capacitado en manejo de desechos.

9.5. Plan de Relaciones Comunitarias

HIDROQUEST es una compañía con una visión social amplia, que busca lazos de cooperación con los diferentes actores y de manera especial con la población del área de influencia el proyecto (Parroquia Alshi).

La Responsabilidad Social es entendida como una filosofía corporativa mediante la cual la empresa se compromete a actuar en beneficio de sus propios trabajadores, sus familias y el entorno social en las zonas de influencia del proyecto.

Bajo este enfoque, la empresa, asume el compromiso de apoyar al desarrollo local a través de la implementación de proyectos comunitarios aporte para el desarrollo local durante la construcción del proyecto.

El presupuesto destinado al cumplimiento de estos aportes será invertido en beneficio de las comunidades del área de interés, en un esfuerzo conjunto de planificación y participación tanto de la compañía como de los actores sociales involucrados.

De acuerdo a esta visión empresarial las relaciones comunitarias, no estarán dirigidas únicamente a generar procesos de indemnización o compensación, sino que se pretende la potenciación de los impactos positivos que podrían reflejar un mejoramiento de la calidad y condiciones de vida de la población local.

Cabe señalar que como parte de la operación HIDROQUEST asumirá el compromiso de apoyar al desarrollo al ser responsable con sus obligaciones legales que permiten mantener líneas de asignación de recursos para proyectos de inversión social conforme la normativa vigente y/o posibles convenios firmados con la comunidad del área de influencia directa. Con respecto a compromisos normativos se considerará:

1. La transferencia del 12% de las utilidades anuales al Fondo Común de la Subsecretaría Técnica de la Circunscripción Territorial Especial Amazónica (STCTEA) para la inversión en proyectos de desarrollo social, según lo dispone la Ley Orgánica para la Planificación Integral de la Circunscripción Territorial Especial Amazónica.

2. Pago de impuestos conforme lo establezca la ley.

3. De acuerdo con la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, HIDROQUEST cumplirá con las obligaciones contempladas en las autorización de uso y aprovechamiento del agua y ejecutará el pago anual de USD 218, 160,37 por uso y aprovechamiento de agua que establece el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Estos recursos acorde a la normativa, son utilizados por la autoridad respectiva para realizar acciones de protección a la fuente de agua que se utiliza, en este caso a la cuenca hídrica para garantizar su sustentabilidad.

4. HIDROQUEST, consciente de la necesidad de fortalecer las acciones de conservación en la cuenca del río Upano, ha decidido colaborar voluntariamente con la ejecución del Plan de Gestión Operativa Anual (PGOA) e incluir un aporte al Programa de Control y Vigilancia y Programa CEPA (Comunicación, Educación y Participación Ambiental).

   Cabe señalar que esta colaboración de ninguna manera significa que el proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST afecten el área del Parque Nacional Sangay o que dé como resultado una ampliación del área de influencia ambiental directa o indirecta establecida en el Estudio de Impacto Ambiental.

   De igual manera, acorde con las políticas de la empresa, HIDROQUEST no contratará a su cargo personal para el Programa de Control y Vigilancia y Programa CEPA (Comunicación, Educación y Participación Ambiental).

   HIDROQUEST, anualmente en el mes de noviembre, coordinará, conjuntamente con la autoridad del Parque Nacional Sangay de Morona Santiago, las condiciones, necesidades, objetivos y resultados del aporte realizado o a realizarse.

9.6. Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas

El Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas comprenderá todas las actividades futuras a desarrollarse una vez concluidas las actividades.

Las medidas a aplicarse en el plan de rehabilitación, consisten en un conjunto de prácticas para recuperar las áreas afectadas facilitando la revegetación natural de las especies y la posterior recuperación del hábitat, restituyendo no solo el paisaje, la cobertura vegetal sino además garantizando la estabilidad del ecosistema.

Una Supervisión SSA asegurará si un área afectada ha sido abandonada y restaurada apropiadamente. En el caso que sea necesario, se podrá realizar rehabilitación adicional durante las inspecciones.

9.7. Plan de rescate de vida silvestre

Como parte de las actividades durante la fase constructiva se llevará a cabo el rescate de fauna silvestre de poca movilidad especialmente micromamíferos y herpetofauna con el fin de devolverla al medio en una zona adecuada para su desarrollo normal y fuera de las actividades del proyecto.

De igual manera se procederá al rescate de especies de flora sensibles que podrán ser utilizadas posteriormente para actividades de revegetación.

El equipo de SSA será el responsable de velar por el cumplimiento de este plan y asegurar las acciones para rescate y devolución al medio de las especies encontradas durante las actividades constructivas, así como capacitar al personal.

El personal de campo de Hidroquest y empresas contratistas son responsables de notificar al departamento de SSA sobre el avistamiento de fauna silvestre, durante la ejecución de trabajos, sin afectar, capturar ni matar a animales silvestres que se detecten durante la ejecución de su trabajo. El personal encargado deberá parar los trabajos, si estos ponen en peligro la integridad del animal observado, hasta que lleguen al sitio del área de SSA.

El rescate de flora y fauna se lo deberá realizar antes, durante y después de la fase de desbroce en las áreas que corresponde a las zonas de intervención del proyecto.

9.8. Plan de Cierre y Abandono

Consiste básicamente en establecer las medidas o lineamientos adecuados para el cierre y abandono de las áreas del proyecto una vez concluidas las actividades constructivas.

El plan de cierre y abandono al igual que el plan de rehabilitación de áreas afectadas deberán ser complementarios con el fin de implementar acciones que permitan la recuperación de las áreas afectadas, de esta forma se evitara la presencia de fuentes de contaminación que a su vez generan pasivos ambientales producto de una mala aplicación de las actividades de cierre y abandono.

9.9. Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental

Conforme el Reglamento al Código Orgánico de Ambiente, los monitoreos serán gestionados por los operadores de los proyectos mediante reportes que permitan evaluar los aspectos ambientales, el cumplimiento de la normativa ambiental y el plan de manejo ambiental y las obligaciones derivadas de las autorizaciones administrativas otorgadas.

El Plan de Monitoreo y Seguimiento, constituye una herramienta destinada a verificar el cumplimiento de la gestión socio-ambiental durante las actividades constructivas y operativas del proyecto Hidroeléctrico Hidroquest.

Esto permitirá, por un lado, asegurar el cumplimiento oportuno y adecuado del Plan de Manejo Ambiental propuesto y, por otro valorar la efectividad de las medidas propuestas para la minimización, prevención y control de impactos socio-ambientales, permitiendo la corrección, reforzamiento y mejora continua.

Para la definición del Plan de Monitoreo de construcción se considera:

a. Monitoreo de calidad físico-química del agua.– Monitoreo semestral de la calidad del agua. Para la caracterización de la calidad de agua se ha tomado en cuenta los siguientes puntos de monitoreo:

Punto de muestreo	Coordenadas	
	X	Y
Aguas arriba CM Normandía	803715	9753262
Aguas abajo CM Normandía	804246	9753875
Conducción	806365	9755142
Aguas arriba CM Hidroquest	809840	9756567
Aguas abajo CM Hidroquest	810870	9756276

Puntos de Muestreo Agua Superficial
Fuente: HIDROQUEST

Los parámetros a monitorearse serán los siguientes: Aluminio, Coliformes Fecales, DBO5, Fosfatos, Hierro, Nitratos, Oxígeno Disuelto, Potencial Hidrógeno, Sólidos Disueltos, Temperatura, Turbidez.

b. Monitoreo de ruido ambiente.- Para la construcción se definirá puntos de monitoreo de ruido ambiental en los frentes de trabajo. Los puntos serán definidos en función de la ubicación de las instalaciones y en base a un análisis de sensibilidad de posibles receptores ambientales.

c. Monitoreo biótico.- Durante la construcción del proyecto se realizará el monitoreo del componente biótico aplicable a los componentes de mastofauna, avifauna, herpetofauna, ictiofauna y macroinvertebrados. Los puntos de monitoreo de cada uno de los componentes son los siguientes.

Estación	Coordenadas	Hábitat

	Inicio		Fin		
PMM1/PMA1 Captación, tanque de descarga	804013	9753480	803120	9753300	Pastizal y Bosque natural y secundario
PMM2/PMA2 Conducción	806389	9755194	806408	9754235	Pastizal y Bosque natural y secundario
PMM3/PMA3 Casa de máquinas	808582	9755941	809422	9756410	Bosque Natural Intervenido
PMM4/PMA4 Vía de acceso y l. de Transmisión	808211	9754246	808271	9755120	Pastizal, rastrojo y Bosque natural y secundario

Puntos de monitoreo de mastofauna (PMM) y avifauna (PMA)
Fuente: Equipo consultor

Estación	Coordenadas				Hábitat
	Inicio		Fin		
PMH1 Captación /interconexión	803847	9753819	804295	9753810	Bosque secundario de tierra firme, remanentes de bosque maduro, junto a pastizales en regeneración y cerca del río Upano
PMH2 Línea de Conducción	806389	9755194	806655	9755180	Bosque secundario de tierra firme, remanentes de bosque natural, junto a pastizales y otros sistemas productivos, cerca del río Upano.
PMH3 (Casa de Máquinas)	808722	9755820	808925	9755703	Bosque natural intervenido, junto a bosque secundario, pastizales abandonados en proceso de regeneración, junto al río Upano.
PMH4 (Vía de Acceso y Línea de Transmisión)	808218	9754817	808290	9754744	Bosque secundario colinado altamente intervenido junto a extensos pastizales

Puntos de monitoreo de herpetofauna (PMH)
Fuente: Equipo consultor

Punto de muestreo	Coordenadas		Hábitat
	X	Y	
PMI1/PMB1 Captación/ Tanque de Carga	803712	9753256	Río Upano (Sector Casa de máquinas): Bosque intervenido con abundantes pastizales. Río de 35m de ancho y 6m de profundidad aproximadamente.
PMI2/PMB2 Captación/Tanque de Carga	804248	9753878	Río Upano (Aguas Abajo Casa de Máquinas): Bosque secundario y pastizales. Río de 35 m de ancho y 7m de profundidad aproximadamente
PMI3/PMB3 Río Upano Conducción	0806400	9755145	Río Upano (Sector Conducción): Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 5m de profundidad aproximadamente
PMI4/PMB4 Río Upano antes de la unión con el Abanico	0810048	9756538	Río Upano (Antes de la Unión con Abanico): Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 5m de profundidad aproximadamente, presencia de pedregosidad moderada y de actividad pesquera por parte de los habitantes de las fincas cercanas.

Punto de muestreo	Coordenadas		Hábitat
	X	Y	
PMI5/PMB5 Río Abanico antes de la unión con el Upano	0809852	9755052	Río Abanico (Antes de la Unión con Upano): Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 5m de profundidad aproximadamente, presencia de pedregosidad moderada y presencia de actividad pesquera por parte de los habitantes de las fincas cercanas.
PMI6/PMB6 Unión de los ríos Abanico y Upano	0810824	9756322	Unión Río Upano y Abanico: Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 7m de profundidad aproximadamente, presencia de pedregosidad moderada.

Puntos de monitoreo de ictiofauna (PMI) y macroinvertebrados (PMB)
Fuente: Equipo consultor

d. Monitoreo de suelo.- Durante la construcción se realizará el monitoreo de suelo en el área de almacenamiento de combustible con el fin de corregir oportunamente posibles liqueos o filtraciones de combustible.

Para la definición del Plan de Monitoreo en la fase de Operación y mantenimiento se considera:

a. Monitoreo de calidad físico-química del agua.– Monitoreo semestral de la calidad del agua. Para la caracterización de la calidad de agua se ha tomado en cuenta los siguientes puntos de monitoreo:

Punto de muestreo	Coordenadas	
	X	Y
Aguas arriba CM Normandía	803715	9753262
Aguas abajo CM Normandía	804246	9753875
Conducción	806365	9755142
Aguas arriba CM Hidroquest	809840	9756567
Aguas abajo CM Hidroquest	810870	9756276

Puntos de Muestreo Agua Superficial
Fuente: HIDROQUEST

Los parámetros a monitorearse serán los siguientes: Aluminio, Coliformes Fecales, DBO5, Fosfatos, Hierro, Nitratos, Oxígeno Disuelto, Potencial Hidrógeno, Sólidos Disueltos, Temperatura, Turbidez.

b. Monitoreo de ruido ambiente.- Para la operación se definirá 6 puntos de monitoreo de ruido ambiental en el área de Casa de Máquinas. Los puntos serán definidos en función de la ubicación de las instalaciones y en base a un análisis de sensibilidad de posibles receptores ambientales.

c. Monitoreo biótico.- Durante la construcción y operación del proyecto se realizará el monitoreo del componente biótico aplicable a los componentes de mastofauna, avifauna, herpetofauna, ictiofauna y macroinvertebrados. Los puntos de monitoreo de cada uno de los componentes son los siguientes.

Estación	Coordenadas	Hábitat

	Inicio		Fin		
PMM1/PMA1 Captación, tanque de descarga	804013	9753480	803120	9753300	Pastizal y Bosque natural y secundario
PMM2/PMA2 Conducción	806389	9755194	806408	9754235	Pastizal y Bosque natural y secundario
PMM3/PMA3 Casa de máquinas	808582	9755941	809422	9756410	Bosque Natural Intervenido
PMM4/PMA4 Vía de acceso y l. de Transmisión	808211	9754246	808271	9755120	Pastizal, rastrojo y Bosque natural y secundario

Puntos de monitoreo de mastofauna (PMM) y avifauna (PMA)
Fuente: Equipo consultor

Estación	Coordenadas				Hábitat
	Inicio		Fin		
PMH1 Captación /interconexión	803847	9753819	804295	9753810	Bosque secundario de tierra firme, remanentes de bosque maduro, junto a pastizales en regeneración y cerca del río Upano
PMH2 Línea de Conducción	806389	9755194	806655	9755180	Bosque secundario de tierra firme, remanentes de bosque natural, junto a pastizales y otros sistemas productivos, cerca del río Upano.
PMH3 (Casa de Máquinas)	808722	9755820	808925	9755703	Bosque natural intervenido, junto a bosque secundario, pastizales abandonados en proceso de regeneración, junto al río Upano.
PMH4 (Vía de Acceso y Línea de Transmisión)	808218	9754817	808290	9754744	Bosque secundario colinado altamente intervenido junto a extensos pastizales

Puntos de monitoreo de herpetofauna (PMH)
Fuente: Equipo consultor

Punto de muestreo	Coordenadas		Hábitat
	X	Y	
PMI1/PMB1 Captación/ Tanque de Carga	803712	9753256	Río Upano (Sector Casa de máquinas): Bosque intervenido con abundantes pastizales. Río de 35m de ancho y 6m de profundidad aproximadamente.
PMI2/PMB2 Captación/Tanque de Carga	804248	9753878	Río Upano (Aguas Abajo Casa de Máquinas): Bosque secundario y pastizales. Río de 35 m de ancho y 7m de profundidad aproximadamente
PMI3/PMB3 Río Upano Conducción	0806400	9755145	Río Upano (Sector Conducción): Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 5m de profundidad aproximadamente
PMI4/PMB4 Río Upano antes de la unión con el Abanico	0810048	9756538	Río Upano (Antes de la Unión con Abanico): Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 5m de profundidad aproximadamente, presencia de pedregosidad moderada y de actividad pesquera por parte de los habitantes de las fincas cercanas.

Punto de muestreo	Coordenadas		Hábitat
	X	Y	
PMI5/PMB5 Río Abanico antes de la unión con el Upano	0809852	9755052	Río Abanico (Antes de la Unión con Upano): Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 5m de profundidad aproximadamente, presencia de pedregosidad moderada y presencia de actividad pesquera por parte de los habitantes de las fincas cercanas.
PMI6/PMB6 Unión de los ríos Abanico y Upano	0810824	9756322	Unión Río Upano y Abanico: Bosque secundario y pastizales. Río de 30 m de ancho y 7m de profundidad aproximadamente, presencia de pedregosidad moderada.

Puntos de monitoreo de ictiofauna (PMI) y macroinvertebrados (PMB)
Fuente: Equipo consultor

a. Monitoreo de campos electromagnéticos de la LT.- Una vez en operación se realizarán monitoreos de campos electromagnéticos de la LT.

   Los puntos de monitoreo serán definidos una vez implantada la infraestructura con el fin de verificar los sitios acorde a los principales receptores sensibles.

   En caso de cumplimiento de parámetros permisibles se comunicará a la autoridad ambiental para eliminar este monitoreo rutinario.

9.10. Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional

9.10.1. Subplan fase constructiva

El objetivo principal del plan es precautelar la salud y seguridad de los trabajadores, resguardar la infraestructura del proyecto y prevenir o disminuir la afectación al medio ambiente, logrando mejorar las condiciones y el ambiente de trabajo, para esto, se propone disminuir los impactos negativos generados por los riesgos existentes, reducir el número de incidentes, accidentes y enfermedades ocupacionales, cumplir con la legislación correspondiente.

El plan es de cumplimiento obligatorio y en todas las fases de proyecto, así como en todos los frentes de trabajo

Programa de Salud

En la siguiente matriz, se proponen actividades que se deben ejecutar como parte del programa de salud ocupacional para las fases de construcción y operación del proyecto.

PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	**Programa de Salud Ocupacional (CONSTRUCCIÓN)**
OBJETIVOS: Prevenir y/o minimizar los riesgos que puedan afectar la salud de los trabajadores	**LUGAR DE APLICACIÓN**: Áreas de intervención de las actividades constructivas.
	RESPONSABLE: HIDROQUEST/SSA

Aspecto Ambiental	Factor Ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Plazo
Actividades constructivas	Salud Ocupacional	Incumplimiento legal. Afectación a la salud de los trabajadores	Todo trabajador deberá estar afiliado al IESS de acuerdo al puesto de trabajo para el que fue contratado	Trabajadores afiliados / Total de trabajadores	Nómina de trabajadores, certificados de afiliación	Permanente
			Disponer durante la construcción de un médico permanente, cuando el número de trabajadores sobrepase los 50 que atienda a los requerimientos correspondientes.	Médico contratado/N de trabajadores	Contrato de trabajo	Permanente
			Disponer en todos los frentes de trabajo de botiquines de primeros auxilios	Botiquín instalado / botiquín requerido	Registro fotográfico	Permanente
			Verificar permanentemente las condiciones de las instalaciones tales como campamentos de existir, comedores, áreas de trabajo, servicios higiénicos, áreas de preparación de alimentos, áreas de reunión etc, con el fin de verificar la higiene, el orden y el aseo de dichas instalaciones.	Verificaciones realizadas/Verificaciones programadas	Informes	Mensual

Programa de Seguridad Industrial

El programa de seguridad industrial está enfocado principalmente en mejorar el ambiente de trabajo, logrando que éste sea más seguro. Para esto se proponen actividades que previenen la ocurrencia de accidentes laborales.

Otro objetivo importante del presente programa es el de dotar a los trabajadores de los recursos técnicos, físicos, humanos necesarios para que puedan desarrollar las actividades normales de trabajo en un lugar seguro.

En la siguiente matriz están expuestas las actividades o medidas propuestas para el programa de seguridad en el trabajo, estas medidas son de aplicación obligatoria en todas las fases del proyecto, en todas las áreas y frentes de trabajo.

PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	Programa de Seguridad en el Trabajo (CONSTRUCCIÓN)
OBJETIVOS: Lograr un ambiente de trabajo seguro, en el que exista una gestión efectiva de los riesgos que se presentan en cada puesto de trabajo Evitar la ocurrencia de incidentes o accidentes laborales	**LUGAR DE APLICACIÓN**: Áreas de intervención de las actividades constructivas **RESPONSABLE**: SSA

Aspecto Ambiental	Factor Ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Plazo
Actividades constructivas	Seguridad y Salud en el trabajo	Afectación a la seguridad y salud de los trabajadores, Degradación ambiental por procedimientos inseguros de seguridad industrial	Contratar y mantener un profesional o equipo de profesionales competentes en ambiente y seguridad laboral con el fin de que sean los responsables de gestionar la seguridad laboral de todos los trabajadores del proyecto	Actividad ejecutada/Actividad programada	Contratos de trabajo	Permanente
			Elaborar, socializar, publicar, cumplir y hacer cumplir una política de seguridad y salud en el trabajo	Actividad ejecutada/Actividad programada	Política se SSO	Permanente
			Ejecutar inspecciones permanentes de verificación de disposiciones de seguridad laboral. Se realizarán inspecciones a los frentes de trabajo, cumplimiento de procedimientos de trabajo, maquinaria, herramientas, vehículos, bodegas, almacenamiento y distribución de combustibles, inspección de documentos y procedimientos, condiciones y uso de EPP, equipos para atención de emergencias, señalética de seguridad, orden y limpieza	Actividad ejecutada/Actividad programada	Informes	Diario
			Elaborar y cumplir con procedimientos de trabajo específicos para trabajos de alto riesgo	Actividad ejecutada/Actividad programada	Procedimientos	Permanente
			Disponer de certificados necesarios para realizar trabajos de alto riesgo o que requieran de licencias específicas.	Actividad ejecutada/Actividad programada	Licencias, certificados, títulos	Permanente
			Generar permisos de trabajo para actividades de alto riesgo emitido por los encargados de la seguridad laboral del proyecto.	Permiso emitido / Actividades de alto riesgo ejecutadas	Permisos de trabajo	Permanente
			Seguir todas las exigencias ambientales y de seguridad legalmente vigentes para el manejo de combustibles y otros materiales peligrosos o contaminados.	Actividad ejecutada/Actividad programada	Registro fotográfico	Permanente
Actividades constructivas	Seguridad y Salud en el		Cumplir estrictamente con el procedimiento de voladuras, especialmente en las actividades de almacenamiento,	Registro de voladura elaborado	Registro de voladura	En caso de requerirse

PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	Programa de Seguridad en el Trabajo (CONSTRUCCIÓN)
OBJETIVOS: Lograr un ambiente de trabajo seguro, en el que exista una gestión efectiva de los riesgos que se presentan en cada puesto de trabajo Evitar la ocurrencia de incidentes o accidentes laborales	**LUGAR DE APLICACIÓN**: Áreas de intervención de las actividades constructivas **RESPONSABLE**: SSA

Aspecto Ambiental	Factor Ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Plazo
	trabajo		transporte y manejo de explosivos así como realizar el aviso de cada procedimiento de voladura a todos los trabajadores y personas dentro del área de influencia con la anticipación suficiente.	/ voladuras realizadas		
			Mantener en un lugar visible y de fácil acceso las hojas de seguridad MSDS de los productos químicos utilizados	MSDS publicadas / MSDS totales	MSDS Registro fotográfico	Permanente
			Todos los equipos mecánicos tales como tanques de almacenamiento, tuberías de productos, motores eléctricos y de combustión interna estacionarios así como compresores, bombas y demás conexiones eléctricas, deben ser conectados a tierra.	Equipos con conexión a tierra / equipos totales	Reportes de inspección SSA. Registro fotográfico	Permanente
		Afectación a la seguridad y salud de los trabajadores, Degradación ambiental por procedimientos inseguros de seguridad industrial	Entregar a cada trabajador los EPPs necesarios para la ejecución normal de sus actividades y de acuerdo a los riesgos a los que están expuestos.	Trabajadores con EPP / trabajadores total	Actas de entrega	Permanente
			Utilizar obligatoriamente el equipo de protección personal apropiado para cada actividad a realizarse y de acuerdo a los riesgos a los que los trabajadores estén expuestos.	Trabajadores con EPP / trabajadores total	Reportes de inspección Registro fotográfico	Permanente
			Instalar y mantener señalética de seguridad adecuada en todas las áreas y vía de acceso para informar los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, las obligaciones, prohibiciones, identificación de equipos y facilidades para atención de incendios y derrames, las señales de evacuación, rutas de salida, puntos de reunión, etc.	Señalética instalada / señalética requerida	Reportes de inspección SSA. Registro fotográfico	Permanente
			Instalar y mantener señalética adecuada en la LT para informar riesgos, identificación de torres, prohibiciones, etc	Señalética instalada / señalética requerida	Reportes de inspección SSA. Registro fotográfico	Permanente

PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	**Programa de Seguridad en el Trabajo (CONSTRUCCIÓN)**
OBJETIVOS: Lograr un ambiente de trabajo seguro, en el que exista una gestión efectiva de los riesgos que se presentan en cada puesto de trabajo Evitar la ocurrencia de incidentes o accidentes laborales	**LUGAR DE APLICACIÓN**: Áreas de intervención de las actividades constructivas **RESPONSABLE**: SSA

Aspecto Ambiental	Factor Ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Plazo
			Instalar barreras de seguridad metálicas en las áreas de interconexión, casa de máquinas y descarga	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Registro fotográfico	Permanente
			Disponer un sistema para informar incidentes o accidentes laborales.	Procedimiento elaborado	Procedimiento para aviso de accidentes	Permanente
		Afectación a la seguridad y salud de los trabajadores, Degradación ambiental por procedimientos inseguros de seguridad industrial	Realizar la investigación de incidentes/accidentes laborales, en caso de ser necesario y de acuerdo a la legislación correspondiente, los accidentes deberán ser reportados a las entidades de control correspondientes.	Accidentes reportados / accidentes totales	Reportes investigación de accidentes	En caso de ocurrencia
			Establecer la prohibición de trabajar en estado etílico o bajo la influencia de bebidas alcohólicas o de drogas. El trabajador que se detecte que se ha presentado a trabajar en dichas condiciones será separado de su puesto.	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Registro de capacitación	Permanente

9.10.2. Subplan fase operativa y mantenimiento

El objetivo principal del plan es precautelar la salud y seguridad de los trabajadores, resguardar la infraestructura del proyecto y prevenir o disminuir la afectación al medio ambiente, logrando mejorar las condiciones y el ambiente de trabajo, para esto, se propone disminuir los impactos negativos generados por los riesgos existentes, reducir el número de incidentes, accidentes y enfermedades ocupacionales, cumplir con la legislación correspondiente.

Programa de Salud

En la siguiente matriz, se proponen actividades que se deben ejecutar como parte del programa de salud ocupacional para las fases de construcción y operación del proyecto.

PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	**Programa de Salud Ocupacional (OPERACIÓN)**
OBJETIVOS: Prevenir y/o minimizar los riesgos que puedan afectar la salud de los trabajadores	**LUGAR DE APLICACIÓN**: Áreas de intervención de las actividades operativas
	RESPONSABLE: HIDROQUEST/SSA

Aspecto Ambiental	**Factor Ambiental**	**Impacto identificado**	**Medidas propuestas**	**Indicadores**	**Medios de verificación**	**Plazo**
Operación y mantenimiento	Entorno social. Salud Ocupacional	Incumplimiento legal.	Todo trabajador deberá estar afiliado al IESS de acuerdo al puesto de trabajo para el que fue contratado	Actividad ejecutada/Actividad programada	Nómina de trabajadores, certificados de afiliación	Permanente
		Afectación a la salud de los trabajadores	Disponer en todos los frentes de trabajo de botiquines de primeros auxilios	Actividad ejecutada/Actividad programada	Registro fotográfico	Permanente
		Incumplimiento legal. Salud e higiene deficientes	Realizar valoraciones médicas preocupacionales al personal, antes de iniciar su trabajo en la empresa. En dicha valoración médica se realizará la apertura de una historia clínica, le ejecución de un chequeo o evaluación física, exámenes de laboratorio y de gabinete de acuerdo a los factores de riesgo expuestos en cada puesto de trabajo.	Actividad ejecutada/Actividad programada	Historias clínicas Reporte o informe médico	Permanente
		Posible afectación a la salud de los trabajadores	Proporcionar instalaciones sanitarias adecuadas (servicios higiénicos, comedores, etc), las que deberán ser mantenidas en condiciones higiénicas adecuadas.	Actividad ejecutada/Actividad programada	Registro fotográfico	Permanente

Programa de Seguridad Industrial

El programa de seguridad industrial está enfocado principalmente en mejorar el ambiente de trabajo, logrando que éste sea más seguro. Para esto se proponen actividades que previenen la ocurrencia de accidentes laborales.

Otro objetivo importante del presente programa es el de dotar a los trabajadores de los recursos técnicos, físicos, humanos necesarios para que puedan desarrollar las actividades normales de trabajo en un lugar seguro.

En la siguiente matriz están expuestas las actividades o medidas propuestas para el programa de seguridad en el trabajo, estas medidas son de aplicación obligatoria en todas las fases del proyecto, en todas las áreas y frentes de trabajo.

PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	**Programa de Seguridad en el Trabajo (OPERACIÓN)**
OBJETIVOS: Lograr un ambiente de trabajo seguro, en el que exista una gestión efectiva de los riesgos que se presentan en cada puesto de trabajo Evitar la ocurrencia de incidentes o accidentes laborales	**LUGAR DE APLICACIÓN**: Áreas de intervención de las actividades operativas **RESPONSABLE**: SSA

Aspecto Ambiental	Factor Ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Plazo
Operación y mantenimiento	Entorno social. Seguridad y Salud en el trabajo	Afectación a la seguridad y salud de los trabajadores	Contratar y mantener un profesional o equipo de profesionales competentes en ambiente y seguridad laboral con el fin de que sean los responsables de gestionar la seguridad laboral de todos los trabajadores del proyecto	Actividad ejecutada/Actividad programada	Contratos de trabajo	Permanente
			Elaborar, socializar, publicar, cumplir y hacer cumplir una política de seguridad y salud en el trabajo	Actividad ejecutada/Actividad programada	Política se SSO	Permanente
			Realizar actividades de identificación, medición, evaluación, control de riesgos. Todos los datos obtenidos deben ser dispuestos en la respectiva matriz de riesgos por puesto de trabajo	Actividad ejecutada/Actividad programada	Matriz de riesgos por puestos de trabajo	Conforme normativa específica
			Disponer conforme la normativa del Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo	Actividad ejecutada/Actividad programada	Oficio de aprobación de reglamentos	Conforme normativa específica
			Ejecutar el seguimiento y evaluación del cumplimiento de la matriz de riesgos por puestos de trabajo, especialmente el plan de acción para el control de riesgos de dicha matriz	Actividad ejecutada/Actividad programada	Informe de evaluación	Semestral
		Accidentes laborales	Ejecutar inspecciones permanentes de verificación de disposiciones de seguridad laboral.	Actividad ejecutada/Actividad programada	Informes	Permanente
			Elaborar y cumplir con procedimientos de trabajo específicos para trabajos de alto riesgo	Actividad ejecutada/Actividad programada	Procedimientos	En caso de mantenimiento de riesgo
		Afectación a la seguridad y salud de los trabajadores Riesgos de accidentes.	Disponer de certificados necesarios para realizar trabajos de alto riesgo o que requieran de licencias específicas.	Actividad ejecutada/Actividad programada	Licencias, certificados, títulos	En caso de mantenimiento de riesgo
			Generar permisos de trabajo para actividades de alto riesgo emitido por los encargados de la seguridad laboral del proyecto.	Permiso emitido / Actividades de alto riesgo ejecutadas	Permisos de trabajo	En caso de mantenimiento de riesgo

PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	Programa de Seguridad en el Trabajo (OPERACIÓN)
OBJETIVOS: Lograr un ambiente de trabajo seguro, en el que exista una gestión efectiva de los riesgos que se presentan en cada puesto de trabajo Evitar la ocurrencia de incidentes o accidentes laborales	**LUGAR DE APLICACIÓN**: Áreas de intervención de las actividades operativas **RESPONSABLE**: SSA

Aspecto Ambiental	Factor Ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Plazo
		Degradación del ambiente	Mantener en un lugar visible y de fácil acceso las hojas de seguridad MSDS de los productos químicos utilizados	MSDS publicadas / MSDS totales	MSDS Registro fotográfico	Permanente
			Todos los equipos mecánicos tales como tanques de almacenamiento, motores eléctricos y de combustión interna estacionarios así como compresores, bombas y demás conexiones eléctricas, deben ser conectados a tierra.	Equipos con conexión a tierra / equipos totales	Reportes de inspección SSA. Registro fotográfico	Permanente
		Afectación a la seguridad y salud de los trabajadores Riesgo de accidentes.	Entregar a cada trabajador los EPPs necesarios para la ejecución normal de sus actividades y de acuerdo a los riesgos a los que están expuestos.	Actividad ejecutada/Actividad programada	Actas de entrega	Permanente
			Utilizar obligatoriamente el equipo de protección personal apropiado para cada actividad a realizarse y de acuerdo a los riesgos a los que los trabajadores estén expuestos.	Actividad ejecutada/Actividad programada	Reportes de inspección Registro fotográfico	Permanente
			Instalar y mantener señalética de seguridad adecuada en todas las áreas y vía de acceso para informar los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, las obligaciones, prohibiciones, identificación de equipos y facilidades para atención de incendios y derrames, las señales de evacuación, rutas de salida, puntos de reunión, etc.	Actividad ejecutada/Actividad programada	Reportes de inspección SSA. Registro fotográfico	Permanente
			Instalar y mantener señalética adecuada en la LT para informar riesgos, identificación de torres, prohibiciones, etc	Actividad ejecutada/Actividad programada	Reportes de inspección SSA. Registro fotográfico	Permanente
			Instalar barreras de seguridad metálicas en las áreas o curvas de riesgo de la vía de acceso	Actividad ejecutada/Actividad programada	Registro fotográfico	Permanente
			Instalar barreras de seguridad metálicas en las áreas de	Actividad	Registro	Permanente

PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	**Programa de Seguridad en el Trabajo (OPERACIÓN)**
OBJETIVOS: Lograr un ambiente de trabajo seguro, en el que exista una gestión efectiva de los riesgos que se presentan en cada puesto de trabajo Evitar la ocurrencia de incidentes o accidentes laborales	**LUGAR DE APLICACIÓN**: Áreas de intervención de las actividades operativas **RESPONSABLE**: SSA

Aspecto Ambiental	Factor Ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Plazo
			interconexión, casa de máquinas y descarga	ejecutada/Actividad programada	fotográfico	
			Establecer y cumplir un cronograma de mantenimiento preventivo de equipos y maquinaria, de acuerdo a las especificaciones del fabricante.	Actividad ejecutada/Actividad programada	Cronograma de mantenimiento	Anual
			Disponer un sistema para informar incidentes o accidentes laborales.	Actividad ejecutada/Actividad programada	Procedimiento para aviso de accidentes	Permanente
		Afectación a la seguridad y salud de los trabajadores. Riesgo de accidentes	Realizar la investigación de incidentes/accidentes laborales, en caso de ser necesario y de acuerdo a la legislación correspondiente, los accidentes deberán ser reportados a las entidades de control correspondientes.	Accidentes reportados / accidentes totales	Reportes investigación de accidentes	En caso de ocurrencia
			Establecer la prohibición de trabajar en estado etílico o bajo la influencia de bebidas alcohólicas o de drogas. El trabajador que se detecte que se ha presentado a trabajar en dichas condiciones será separado de su puesto.	Actividad ejecutada/Actividad programada	Registro de capacitación	Permanente

9.1. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P1C1	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental y social en general	Degradación ambiental por desconocimiento de medidas de manejo ambiental, seguridad industrial, salud ocupacional	Mantener durante la construcción del proyecto personal de SSA responsable del seguimiento de medidas de gestión ambiental y SSO	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Contrato de trabajo	Durante la etapa de construcción	Permanente	$30.000,00
P1C2	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental y social en general	Degradación ambiental por desconocimiento de medidas de manejo ambiental, seguridad industrial, salud ocupacional	Respetar las medidas de seguridad industrial, sanitarias e higiénicas para cada una de las actividades	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Reportes, registro fotográfico	Durante la etapa de construcción	Permanente	$100,00
P1C3	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental y social en general	Degradación ambiental por desconocimiento de medidas de manejo ambiental, seguridad industrial, salud ocupacional	Mantener todas las áreas del proyecto en adecuadas condiciones de movilidad, higiene, seguridad.	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Informes	Durante la etapa de construcción	Permanente	$100,00
P1C4	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental, suelo, paisaje, vegetación	Cambio de uso de suelo, afectación al paisaje, limpieza de vegetación	Delimitar las áreas de trabajo mediante cintas o elementos visibles	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Reporte fotográfico	Durante la etapa de construcción	Permanente durante la adecuación de áreas de trabajo	$500,00
P1C5	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental, suelo, paisaje, vegetación	Cambio de uso de suelo, afectación al paisaje, limpieza de vegetación	Realizar actividades de desbroce o poda de vegetación preferentemente de manera manual	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Registros, fotografías	Durante la etapa de construcción	Permanente durante la adecuación de áreas de trabajo	$3.600,00
P1C6	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental agua	Afectación Calidad de agua	Emitir un permiso de liberación ambiental de actividades y maquinaria previo al inicio de trabajos que involucren el cauce del Río Upano	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Registros, fotos, informes	Durante la etapa de construcción	Previo a la construcción	$100,00
P1C7	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental agua	Afectación Calidad de agua	Disponer los materiales de excavación de la toma caucasiana en zonas aprobadas por el Supervisor ambiental previa liberación ambiental	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Registros, fotos, informes	Durante la etapa de construcción	Durante construcción	$18.000,00
P1C8	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental agua	Afectación Calidad de agua	Estabilizar permanentemente las riberas intervenidas del río Upano	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Registros, fotos, informes	Durante la etapa de construcción	Durante construcción	$21.000,00
P1C9	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental agua	Afectación Calidad de agua	Establecer la prohibición de ejecución de trabajos en caso de crecidas significativas del Río Upano	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Registros, fotos, informes	Durante la etapa de construcción	Durante construcción	$100,00
P1C10	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental agua	Afectación Calidad de agua	Establecer la prohibición de disponer productos químicos o combustibles en las riberas del río Upano.	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Registros, fotos, informes	Durante la etapa de construcción	Durante construcción	$100,00
P1C11	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental agua	Afectación Calidad de agua	Prohibir el abastecimiento de combustible de maquinaria dentro de cuerpos hídricos.	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Registros, fotos, informes	Durante la etapa de construcción	Durante construcción	$100,00
P1C12	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental agua	Afectación Calidad de agua	Caracterizar, por parte del monitor ambiental, las zona de intervención de la toma caucasiana previo al inicio de actividades.	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Registros, fotos, informes	Durante la etapa de construcción	Previo a la construcción	$100,00
P1C13	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental y social, suelo, fauna, seguridad industrial	Afectación a suelo, aire, agua, paisaje, fauna. Generación de ruido	Establecer límites de velocidad de 25 Km/h dentro de las áreas de trabajo para la movilización y transporte de equipos y personal	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Registros, fotografías	Durante la etapa de construcción	Permanente	$1.200,00
P1C14	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental y social, suelo, fauna, seguridad industrial	Afectación a suelo, aire, agua, paisaje, fauna. Generación de ruido	Implementar kits antiderrames en los vehículos y maquinaria utilizados	Actividades ejecutada / Actividad propuesta	Registros, fotografías	Durante la etapa de construcción	Permanente	$2.000,00
P1C15	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental y social, suelo, fauna, seguridad industrial	Afectación a suelo, aire, agua, paisaje, fauna. Generación de ruido	Verificar que la maquinaría, tanto propia como de contratistas, utilizada para actividades constructivas, disponga de registros de mantenimiento que garanticen su adecuado funcionamiento y condiciones	Maquinaria con registro de mantenimiento / N° total de maquinaría	Documentos, registros	Durante la etapa de construcción	Permanente	$100,00

P1C16	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental suelo, paisaje, calidad de agua	Degradación de calidad de suelo, paisaje, calidad de agua movimiento de tierras y erosión	Reubicar el suelo removido de la excavación de la zanja del DDV en sitios donde no se produzca escorrentía y sedimentación. El suelo deberá apilarse en las áreas aledañas a la excavación.	Actividades ejecutadas / Actividad propuesta	Informes	Durante la etapa de construcción	Permanente	$24.000,00
P1C17	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental suelo, paisaje, calidad de agua	Degradación de calidad de suelo, paisaje, calidad de agua movimiento de tierras y erosión	Implementar rompe pendientes, drenajes, cunetas u otra medida en el DDV de conducción a fin de reducir el riesgo de factores erosivos.	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Informes	Durante la etapa de construcción	Permanente	$15.000,00
P1C18	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental suelo, paisaje, calidad de agua	Degradación de calidad de suelo, paisaje, calidad de agua movimiento de tierras y erosión	Realizar un informe de validación ambiental con el detalle de ubicación de hormigoneras el mismo que deberá considerar alternativas elegidas y valorar las más viables	Actividades ejecutadas / Actividad propuesta	Informes de validación ambiental	Durante la etapa de construcción	Permanente	$100,00
P1C19	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental suelo, paisaje, calidad de agua	Degradación de calidad de suelo, paisaje, calidad de agua movimiento de tierras y erosión	Prohibir que cualquier maquinaria o equipo sea lavado en ríos o cursos de agua existentes	Actividades ejecutadas / Actividad propuesta	Informes de inspección	Durante la etapa de construcción	Permanente	$100,00
P1C20	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental suelo, paisaje, calidad de agua	Degradación de calidad de suelo, paisaje, calidad de agua movimiento de tierras y erosión	Ejecutar inspecciones de cursos hídricos cercanos a actividades constructivas con el fin de identificar y controlar posibles problemas de erosión.	N° de inspecciones ejecutadas / año	Reportes de inspección	Durante la etapa de construcción	Permanente	$100,00
P1C21	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental, suelo, paisaje, flora, fauna	Degradación de calidad de aire, generación de ruido y afectación a fauna terrestre por depósito de material de corte y excavación	Realizar un informe de validación ambiental con el detalle de ubicación de posibles escombreras, el mismo que deberá considerar las alternativas elegidas y valorar las más viable	Actividades ejecutadas / Actividad propuesta	Informes de validación ambiental	Durante la etapa de construcción	Previo a la construcción de las facilidades	$100,00
P1C22	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental, suelo, paisaje, flora, fauna	Degradación de calidad de aire, generación de ruido y afectación a fauna terrestre por depósito de material de corte y excavación	Realizar un informe de liberación ambiental de escombreras una vez cerradas las mismas	Actividades ejecutadas / Actividad propuesta	Informes de liberación ambiental	Durante la etapa de construcción	Al cierre de escombreras	$100,00
P1C23	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental, suelo, paisaje, flora, fauna	Degradación de calidad de aire, generación de ruido	Realizar el mantenimiento preventivo generadores eléctricos	Mantenimiento realizado/Mantenimiento programado	Registro de mantenimiento	Durante la etapa de construcción	Trimestral	$1.000,00
P1C24	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental, suelo, paisaje, flora, fauna	Degradación de calidad de aire, agua, generación de ruido	Establecer áreas de acopio de materiales de construcción, tuberías, equipos de generación, torres de LT, debidamente señalizadas	Actividad ejecutada/Actividad propuesta	Registro fotográfico	Durante la etapa de construcción	Permanente	$2.000,00
P1C25	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad ambiental, suelo agua calidad de aire	Deterioro de calidad ambiental, agua, suelo, paisaje, calidad de aire	Establecer áreas de lavado de mixers alejadas de cursos hídricos en lugares apropiados para estas actividades dentro de las zonas a intervenir	Actividades ejecutadas / Actividad propuesta	Registros fotográficos	Durante la etapa de construcción	Permanente	$1.200,00
P1C26	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad ambiental, suelo agua calidad de aire	Deterioro de calidad ambiental, agua, suelo, paisaje, calidad de aire	Rociar agua antes de que los vehículos y maquinaria inicien su trabajo, en caso de verificar áreas de generación de polvo.	Actividades ejecutadas / Actividad propuesta	Registros fotográficos	Durante la etapa de construcción	Según ocurrencia	$1.500,00
P1C27	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad ambiental, suelo agua calidad de aire	Deterioro de calidad ambiental, agua, suelo, paisaje, calidad de aire	Señalizar el área de intervención para la construcción de la vía de acceso	Actividad ejecutada/Actividad propuesta	Registro fotográfico	Durante la etapa de construcción	Permanente	$800,00
P1C28	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad ambiental, suelo agua calidad de aire	Deterioro de calidad ambiental, agua, suelo, paisaje, calidad de aire	Disponer cunetas y medidas viales conforme el diseño geométrico, tanto vertical como horizontal.	Actividad ejecutada/Actividad propuesta	Registro fotográfico	Durante la etapa de construcción	Permanente	$2.400,00
P1C29	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad ambiental, suelo agua calidad de aire	Deterioro de calidad ambiental, agua, suelo, paisaje, calidad de aire	Estabilizar las áreas de taludes y cortes e implementar medidas de control de erosión tales como cunetas de coronación, revegetación, hormigón lanzado o la técnica que se determine	Actividad ejecutada/Actividad propuesta	Registro fotográfico	Durante la etapa de construcción	Permanente	$30.000,00
P1C30	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Flora y fauna	Afectación a flora y fauna	Caracterizar, por parte del monitor ambiental, las zonas previo al corte y desbroce y de haberse identificado la necesidad se procederá al rescate de flora y fauna de poca movilidad	N° de especies recatadas / N° de especies de flora y faunas identificados	Informes de caracterización Informes de rescate	Durante la etapa de construcción	Permanente	$100,00
P1C31	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Flora y fauna	Afectación a flora y fauna	El corte de árboles y vegetación se realizará hacia la parte interna de la zona a intervenir reduciendo al mínimo la afectación a zonas aledañas.	Actividades ejecutadas / Actividad propuesta	Informes de validación ambiental	Durante la etapa de construcción	Permanente	$100,00

P1C32	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Flora y fauna	Afectación a flora y fauna	Cortar los árboles que estén fuera de la franja de servidumbre de la LT, pero que se encuentren dentro de la proyección de 45° desde cada extremo de la franja de la LT, con el fin de evitar una eventual caída que pudiera afectar la LT	Actividades ejecutadas / Actividad propuesta	Informes, fotógrafas	Durante la etapa de construcción	Durante la instalación de la LT	$500,00
P1C33	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Flora y fauna	Afectación a flora y fauna	Implementar un vivero forestal con especies nativas y recolectadas de la zona para las actividades de revegetación y reforestación	Actividades ejecutadas / Actividad propuesta	Vivero	Durante la etapa de construcción	Permanente	$3.000,00
P1C34	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental en general	Degradación de la calidad de suelo, agua, flora, fauna por almacenamiento de combustibles	Disponer el área de almacenamiento de combustibles temporal, en áreas seguras y planas de la franja de servidumbre. Esta área deberá estar totalmente impermeabilizada, techada, dispondrá de un cubeto con el 110% de capacidad del tanque de mayor volumen, señalización acorde al combustible almacenado.	Actividades ejecutadas / Actividad propuesta	Informes de inspección	Durante la etapa de construcción	Permanente	$3.000,00
P1C35	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental en general	Degradación de la calidad de suelo, agua, flora, fauna por almacenamiento de combustibles	Implementar y mantener un kit básico de control de derrames en el área de almacenamiento de combustibles	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Informe de inspección	Durante la etapa de construcción	En caso de requerirse	$500,00
P1C36	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental en general	Degradación de la calidad de suelo, agua, flora, fauna por almacenamiento de combustibles	Ejecutar el retiro y, de ser el caso, la remediación de suelo contaminado, en caso de presentarse derrames de combustible.	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Informe	Durante la etapa de construcción	En caso de derrames	$100,00
P1C37	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental	Afectación suelo, fauna. Seguridad industrial	Implementar, en caso de requerirse un polvorín y acorde a lo establecido en el REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS Decreto Ejecutivo 169 Registro Oficial 32 de 27-mar.-1997 Ultima modificación: 15-jun.-2015	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Informe	Durante la etapa de construcción	En caso de requerirse	$2.000,00
P1C38	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental	Afectación suelo, fauna. Seguridad industrial	Disponer de un procedimiento de voladoras (Anexo 8)	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Informe	Durante la etapa de construcción	En caso de requerirse	$100,00
P1C39	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno ambiental	Afectación suelo, fauna. Seguridad industrial	Realizar el transporte y manejo de material explosivo sólo a través de empresas debidamente autorizadas	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Informe	Durante la etapa de construcción	En caso de requerirse	$1.000,00
P1C40	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno social y cultural	Afectación vestigios arqueológicos	Proceder, en caso de encontrar vestigios arqueológicos, al rescate de los mismos acorde a lo establecido en el Informe Arqueológico	Actividades ejecutadas / Actividad propuesta	Informes	Durante la etapa de construcción	En caso de encontrar vestigios arqueológicos	$100,00
P1C41	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno social y cultural	Interferencia de servicios básicos	Mantener señalización e información respecto a trabajos a ejecutarse en las inmediaciones a vías principales o infraestructura de servicios básicos	Actividades ejecutadas / Actividad propuesta	Informes de inspección	Durante la etapa de construcción	Permanente	$500,00

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P1O1	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Operativa	Operación y Mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno ambiental y social en general	Degradación de la calidad de suelo, salud por desconocimiento de medidas de manejo ambiental, seguridad industrial, salud ocupacional	Mantener durante la operación del proyecto personal de SSA responsable del seguimiento de medidas de gestión ambiental y SSO	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Contrato de trabajo	Durante la operación	Permanente	18000,00
P1O2	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Operativa	Operación y Mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno ambiental y social en general	Degradación de la calidad de suelo, salud por desconocimiento de medidas de manejo ambiental, seguridad industrial, salud ocupacional	Mantener todas las áreas del proyecto en adecuadas condiciones de movilidad, higiene, seguridad.	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Fotografías, informes	Durante la operación	Permanente	100,00
P1O3	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Operativa	Operación y Mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno ambiental suelo	Degradación de calidad de suelo y paisaje por erosión	Implementar rompe pendientes, cunetas u otra medida en el DDV de conducción a fin de reducir el riesgo de factores erosivos.	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Fotografías	Durante la operación	Permanente	12000,00
P1O4	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Operativa	Operación y Mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno ambiental suelo	Degradación de calidad de suelo y paisaje por erosión	Inspeccionar y dar mantenimiento a las áreas de taludes y cortes y sus medidas de control de erosión implementadas	Actividad ejecutada/Actividad propuesta	Registro fotográfico	Durante la operación	Permanente	100,00

P1O5	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Operativa	Operación y Mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno ambiental suelo	Degradación de calidad de suelo y paisaje por erosión	Mantener limpias y funcionales las obras complementarias de mitigación de erosión en la vía de acceso tales como cunetas perimetrales y de ser necesario programar su limpieza permanente.	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Informes de inspección	Durante la operación	Permanente	1200,00
P1O6	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Operativa	Operación y Mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno ambiental suelo	Degradación de calidad de suelo y paisaje por erosión	Realizar el mantenimiento y poda manual de la vegetación de la LT con el fin de garantizar que en la franja de servidumbre se mantenga controlado el crecimiento de la vegetación de tal forma que no se comprometan las distancias de seguridad ni la confiabilidad de la línea.	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Informes, fotografías	Durante la operación	Conforme cronograma de mantenimiento de la LT	1600,00
P1O7	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Operativa	Operación y Mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno ambiental suelo	Degradación de calidad de suelo y paisaje por erosión	Mantener un vivero forestal con especies nativas y recolectadas de la zona para las actividades de revegetación y reforestación	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Vivero	Durante la operación	Permanente	4000,00
P1O8	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Operativa	Operación y Mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno ambiental	Degradación de calidad de aire, generación de ruido y afectación a fauna terrestre	Verificar que la maquinaría, tanto propia como de contratistas, utilizada para actividades de mantenimiento, disponga de registros de mantenimiento que garanticen su adecuado funcionamiento y condiciones	Maquinaria con registro de mantenimiento / N° total de maquinaría	Documentos, registros	Durante la operación	Permanente	100,00
P1O9	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Fase Operativa	Operación y Mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno ambiental	Contaminación y/o degradación de calidad de aire, fauna	Realizar el mantenimiento preventivo generadores eléctricos, en caso de requerirse este tipo de equipos	Mantenimiento realizado/Mantenimiento programado	Registro de mantenimiento, facturas de trabajo	Durante la operación	En caso de requerirse	500,00

9.2. PLAN DE CONTINGENCIAS

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P2C1	Programa de Contingencias Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Integrar brigadas de atención a contingencias, que posibiliten la gestión adecuada de la contingencia, especialmente en términos de atención de primeros auxilios, evacuación, control de derrames, control de incendios, entre otros.	Brigadas conformadas / Brigadas requeridas	Actas de conformación Brigadas	Durante la etapa de construcción	Bienal	$ 2.000,00
P2C2	Programa de Contingencias Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Capacitar, mediante charlas y simulacros, al personal que conforma las brigadas para la gestión efectiva de la emergencia y procedimientos en el área de su competencia.	Personal capacitado / Personal de las brigadas	Registros de capacitación, fotografías	Durante la etapa de construcción	Anual	$ 1.800,00
P2C3	Programa de Contingencias Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Elaborar informes de resultados de simulacros ejecutados y las medidas implementadas para corrección de deficiencias de ser el caso.	Informe elaborado / Simulacros efectuados	Informe de simulacro	Durante la etapa de construcción	Anual	$ 100,00
P2C4	Programa de Contingencias Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Mantener disponibles medios de comunicación en todos los frentes de trabajo con el fin de actuar inmediatamente frente a una contingencia.	Medios de comunicación/Frentes de trabajo	Registros fotográficos	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 800,00
P2C5	Programa de Contingencias Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Contar con el MEDEVAC correspondiente en caso de una crisis o emergencia médica	Actividad ejecutada /Actividad propuesta	MEDEVAC	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 100,00
P2C6	Programa de Contingencias Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Ejecutar el proceso de investigación respectiva luego de cada contingencia.	contingencias reportadas / contingencias ocurridas	Informe de actuación ante una contingencia	Durante la etapa de construcción	En caso de ocurrencia	$ 100,00
P2C7	Programa de Contingencias Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Retirar los desechos luego de una contingencia con el fin de implementar las medidas de gestión adecuadas, recuperar o rehabilitar las áreas afectadas, cumpliendo con los planes correspondientes.	Áreas rehabilitadas / áreas afectadas	Informe	Durante la etapa de construcción	En caso de ocurrencia	$ 100,00
P2C8	Programa de Contingencias Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Mantener en los frentes de trabajo, material y equipo para control de emergencias tales como: botiquín de primeros auxilios, kit antiderrame, extintores, etc.	Equipo de control de emergencias implementado / Frentes de trabajo	Registro fotográfico.	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 2.500,00
P2C9	Programa de Contingencias Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Inspeccionar permanentemente el equipo de control de contingencias para verificar su funcionamiento y vigencia	Inspecciones realizadas / Inspecciones programadas	Registros de inspección	Durante la etapa de construcción	Mensual	$ 100,00

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P2O1	Programa de Contingencias Fase Operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Integrar brigadas de atención a contingencias, que posibiliten la gestión adecuada de la contingencia, especialmente en términos de atención de primeros auxilios, evacuación, control de derrames, control de incendios, entre otros.	Brigadas conformadas / Brigadas requeridas	Actas de conformación Brigadas	Durante la etapa de operación	Bienal	$ 1.500,00
P2O2	Programa de Contingencias Fase Operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Capacitar, mediante charlas y simulacros, al personal que conforma las brigadas para la gestión efectiva de la emergencia y procedimientos en el área de su competencia.	Personal capacitado / Personal de las brigadas	Registros de capacitación, fotografías	Durante la etapa de operación	Anual	$ 1.500,00
P2O3	Programa de Contingencias Fase Operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Elaborar informes de resultados de simulacros ejecutados y las medidas implementadas para corrección de deficiencias de ser el caso.	Informe elaborado / Simulacros efectuados	Informe de simulacro	Durante la etapa de operación	Anual	$ 100,00
P2O4	Programa de Contingencias Fase Operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Mantener disponibles medios de comunicación en todos los frentes de trabajo con el fin de actuar inmediatamente frente a una contingencia.	Medios de comunicación/Frentes de trabajo	Registros fotográficos	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 200,00
P2O5	Programa de Contingencias Fase Operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Contar con el MEDEVAC correspondiente en caso de una crisis o emergencia médica	Actividad ejecutada /Actividad propuesta	MEDEVAC	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 100,00
P2O6	Programa de Contingencias Fase Operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Ejecutar el proceso de investigación respectiva luego de cada contingencia.	contingencias reportadas / contingencias ocurridas	Informe de actuación ante una contingencia	Durante la etapa de operación	En caso de ocurrencia	$ 100,00
P2O7	Programa de Contingencias Fase Operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Retirar los desechos luego de una contingencia con el fin de implementar las medidas de gestión adecuadas, recuperar o rehabilitar las áreas afectadas, cumpliendo con los planes correspondientes.	Áreas rehabilitadas / áreas afectadas	Informe	Durante la etapa de operación	En caso de ocurrencia	$ 100,00
P2O8	Programa de Contingencias Fase Operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Mantener en los frentes de trabajo, material y equipo para control de emergencias tales como: botiquín de primeros auxilios, kit antiderrame, extintores, etc.	Equipo de control de emergencias implementado / Frentes de trabajo	Registro fotográfico.	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 1.800,00
P2O9	Programa de Contingencias Fase Operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno socio-ambiental y Seguridad Ocupacional	Afectación a la salud y seguridad laboral de los trabajadores, afectación a la infraestructura y al medio ambiente.	Inspeccionar permanentemente el equipo de control de contingencias para verificar su funcionamiento y vigencia	Inspecciones realizadas / Inspecciones programadas	Registros de inspección	Durante la etapa de operación	Mensual	$ 100,00

9.3. PLAN DE CAPACITACIÓN

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P3C1	Programa de Capacitación Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y laboral	Presencia de riesgos laborales Degradación ambiental por desconocimiento de procedimientos adecuados.	Impartir a cada trabajador antes de su ingreso al puesto de trabajo una inducción inicial en la que se informe y capacite sobre la Política de SSA del proyecto, las obligaciones y prohibiciones, los riesgos, procedimientos de contingencia, código de conducta, PMA, uso de EPP, temas de salud ocupacional, aspectos arqueológicos, manejo de flora y fauna. Además se establecerán todas las actividades inherentes al trabajo de acuerdo al puesto	N de trabajadores inducidos / N total de trabajadores	Registros de inducción	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 1.200,00
P3C2	Programa de Capacitación Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y laboral	Presencia de riesgos laborales Degradación ambiental por desconocimiento de procedimientos adecuados.	Establecer y cumplir con un cronograma anual de capacitación (charlas, inducciones, etc), en que se establezcan los temas relacionados a la gestión y manejo ambiental establecidos en el PMA: prevención y mitigación ambiental, manejo de desechos, contingencias, seguridad y salud ocupacional, monitoreo ambiental, relaciones comunitarias.	Cronograma elaborado	Cronograma, registros de asistencia, certificados, fotografías	Durante la etapa de construcción	Anual	$ 400,00
P3C3	Programa de Capacitación Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y laboral	Presencia de riesgos laborales Degradación ambiental por desconocimiento de procedimientos adecuados.	Ejecutar charlas específicas conforme la actividad y riesgos de la actividad accidentes laborales, uso de EPP, riesgos del trabajo, señalética de seguridad, plan de evacuación médica, manejo de combustibles, manejo de productos peligrosos, conducción de vehículos y maquinaria, uso de herramientas y equipos, actos y condiciones inseguras, permisos de trabajo, trabajo de alto riesgo, primeros auxilios, etc.	N de capacitaciones ejecutadas / N de capacitaciones programadas	Registros de capacitación	Durante la etapa de construcción	Semanal	$ 1.800,00
P3C4	Programa de Capacitación Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y laboral	Presencia de riesgos laborales Degradación ambiental por desconocimiento de procedimientos adecuados.	Capacitar a los monitores ambientales sobre técnicas de manejo de flora y fauna silvestres en caso de requerirse rescate de las mismas	N de capacitaciones ejecutadas / N de capacitaciones programadas	Registros de capacitación	Durante la etapa de construcción	Previo a la construcción	$ 300,00
P3C5	Programa de Capacitación Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y laboral	Presencia de riesgos laborales Degradación ambiental por desconocimiento de procedimientos adecuados.	Capacitar al personal propio y contratistas sobre las acciones a ejecutar para la construcción de la toma caucasiana y trabajos dentro del cauce del río Upano	Actividad ejecutada/Actividad propuesta	Registros	Durante la etapa de construcción	Previo a la construcción	$ 400,00
P3C6	Programa de Capacitación Fase Constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno socio-ambiental y laboral	Presencia de riesgos laborales Degradación ambiental por desconocimiento de procedimientos adecuados.	Capacitar al personal propio y contratistas sobre las acciones a ejecutar en caso de hallar vestigios arqueológicos	Actividad ejecutada/Actividad propuesta	Registros	Durante la etapa de construcción	Anual	$ 400,00

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P3O1	Programa de Capacitación Fase Operativa	Operación y Mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la centra hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno socio-ambiental y laboral	Presencia de riesgos laborales Degradación ambiental por desconocimiento de procedimientos adecuados.	Impartir a cada trabajador antes de su ingreso al puesto de trabajo una inducción inicial en la que se informe y capacite sobre la Política de SSA del proyecto, las obligaciones y prohibiciones, los riesgos, procedimientos de contingencia, código de conducta, PMA, uso de EPP, temas de salud ocupacional, aspectos arqueológicos, manejo de flora y fauna. Además se establecerán todas las actividades inherentes al trabajo de acuerdo al puesto	Actividad ejecutada /Actividad propuesta	Registros de inducción	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 1.200,00
P3O2	Programa de Capacitación Fase Operativa	Operación y Mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la centra hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno socio-ambiental y laboral	Presencia de riesgos laborales Degradación ambiental por desconocimiento de procedimientos adecuados.	Establecer y cumplir con un cronograma anual de capacitación (charlas, inducciones, etc), en que se establezcan los temas relacionados a la gestión y manejo ambiental establecidos en el PMA: prevención y mitigación ambiental, manejo de desechos, contingencias, seguridad y salud ocupacional, monitoreo ambiental, relaciones comunitarias, simulacro	Actividad ejecutada /Actividad propuesta	Cronograma, registros de asistencia, certificados	Durante la etapa de operación	Anual	$ 400,00
P3O3	Programa de Capacitación Fase Operativa	Operación y Mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la centra hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno socio-ambiental y laboral	Presencia de riesgos laborales Degradación ambiental por desconocimiento de procedimientos adecuados.	Capacitar al personal propio y contratistas de mantenimiento en lineamientos del PMA	Actividad ejecutada /Actividad propuesta	Registros de Capacitación	Durante la etapa de operación	Previo a actividades de mantenimiento	$ 1.500,00

9.4. PLAN DE MANEJO DE DESECHOS

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P4C1	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Verificar permanentemente el manejo adecuado de desechos en todos los frentes de trabajo	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Registros, fotografías	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 600,00
P4C2	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Disponer en los frentes de trabajo de contenedores o recipientes metálicos o plásticos de disposición de desechos sólidos debidamente techadas, señalizadas con el fin de realizar una clasificación de desechos	Actividad ejecutada/actividad planteada	Registro fotográfico	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 1.000,00
P4C3	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Señalizar los contenedores de disposición de desechos sólidos acorde a la Norma NTE INEN 2841 Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos.	Actividad ejecutada/actividad planteada	Registro fotográfico	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 400,00
P4C4	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Implementar, de ser necesario, un área central de acopio y almacenamiento temporal de desechos peligrosos la cual deberá constar de un cubeto impermeabilizado, techo, señalización y sistemas de contingencia	Actividad ejecutada/actividad planteada	Registro fotográfico	Durante la etapa de construcción	En caso de ser necesario	$ 1.000,00
P4C5	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Cuantificar el volumen de generación de cada tipo de desecho generado peligroso y no peligroso.	Desecho cuantificado/Desecho generado	Registros.	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 1.200,00
P4C6	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Gestionar los desechos sólidos comunes mediante la entrega al recolector municipal o entrega al relleno sanitario municipal	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Registros, fotografías	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 1.800,00
P4C7	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Realizar un informe de validación ambiental de las condiciones sanitarias: manejo de desechos líquidos, manejo de desechos sólidos y abastecimiento de agua de las viviendas que serán alquiladas en 9 de Octubre y/o Macas para el hospedaje del personal	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Informe Registros, fotografías	Durante la etapa de construcción	Mensual	$ 600,00
P4C8	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Realizar un informe de validación ambiental de las condiciones sanitarias: manejo de desechos líquidos, manejo de desechos sólidos y abastecimiento de agua de los proveedores del servicio de alimentación para el personal del proyecto	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Informe Registros, fotografías	Durante la etapa de construcción	Mensual	$ 600,00
P4C9	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de aguas negras y grises	Instalar, de ser necesario el áreas de oficinas temporales de trabajo, un sistema de tratamiento de aguas negras y grises con campos de infiltración, acorde a la capacidad del personal existente	Sistema instalado/sistema necesario	Registros fotografías	Durante la etapa de construcción	En caso de ser necesario	$ 2.000,00
P4C10	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de aguas negras y grises	Instalar, en los frentes de trabajo sistema de letrinas sanitarias portátiles o temporales con pozos sépticos acorde al número de personal. El número de letrinas disponible debe ser de uno por cada 25 personas (Organización Mundial de la Salud), el mínimo estrictamente aceptable es de una letrina para cada 50 personas (Comité Internacional de Cruz Roja)	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Registros, fotografías	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 2.000,00
P4C11	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua, aire, salud	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de desechos peligrosos	Obtener el certificado de generador de desechos peligrosos	Certificado obtenido/requerido	Registro de generador.	Durante la etapa de construcción	Conforme normativa	$ 600,00
P4C12	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua, aire, salud	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de desechos peligrosos	Disponer de un área de almacenamiento temporal de desechos peligrosos. Este centro de acopio deberá cumplir los siguiente requisitos: · Cubeto impermeabilizado con una capacidad de 110%, con techo. · Fácil acceso a vehículos. · Cercado para evitar el acceso a personal no autorizado · Sistema de contingencias · Ventilación natural · Alejado de curso de agua, residencias, áreas públicas. · Ubicado en zonas estables no inundables	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Registro fotográfico	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 2.000,00
P4C13	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua, aire, salud	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de desechos peligrosos	Disponer los desechos peligrosos debidamente clasificados en recipientes metálicos acorde al grado de compatibilidad de tal forma que se evite reactividad entre ellos	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Registro fotográfico	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 3.000,00

P4C14	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua, aire, salud	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de desechos peligrosos	Prohibir la disposición de residuos en riberas del Río Upano	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Registro fotográfico	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 100,00
P4C15	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua, aire, salud	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de desechos peligrosos	Implementar señalización sobre el tipo de producto contenido, advertencia del peligro y otra información relevante en los recipientes de almacenamiento de desechos peligrosos. Utilizar como referencia las Normas NTE INEN 2841 y NTE INEN 2288	Señalética instalada/requerida	Registro fotográfico	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 400,00
P4C16	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua, aire, salud	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de desechos peligrosos	Entregar los desechos peligrosos a gestores calificados y disponer de bitácoras, manifiestos únicos y certificados de entrega final	Desechos entregados / Desechos generados	Registros	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 1.200,00
P4C17	Programa de Manejo de Desechos	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Calidad de suelo, agua, aire, salud	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de desechos peligrosos	Presentar la declaración anual de desechos peligrosos acorde a la normativa ambiental vigente	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Oficio de presentación de declaración. Declaraciones anuales	Durante la etapa de construcción	Anual	$ 400,00

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P4O1	Programa de Manejo de Desechos	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Verificar permanentemente el manejo adecuado de desechos en todos los frentes de trabajo	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Registros, fotografías	Durante la etapa de operación	Diario	$ 1.200,00
P4O2	Programa de Manejo de Desechos	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Disponer en Casa de Máquinas contenedores o recipientes metálicos o plásticos de disposición de desechos sólidos en un área techada y señalizada con el fin de realizar una clasificación de desechos	Actividad ejecutada/actividad planteada	Registro fotográfico	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 1.000,00
P4O3	Programa de Manejo de Desechos	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Señalizar los contenedores de disposición de desechos sólidos acorde a la Norma NTE INEN 2841 Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos.	Actividad ejecutada/actividad planteada	Registro fotográfico	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 300,00
P4O4	Programa de Manejo de Desechos	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Cuantificar el volumen de generación de cada tipo de desecho generado peligroso y no peligroso.	Desecho cuantificado/Desecho generado	Registros.	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 500,00
P4O5	Programa de Manejo de Desechos	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Gestionar los desechos sólidos comunes mediante la entrega al recolector municipal o entrega al relleno sanitario municipal	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Registros, fotografías	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 800,00
P4O6	Programa de Manejo de Desechos	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Mantener vigente el certificado de generador de desechos peligrosos	Certificado obtenido/requerido	Registro de generador.	Durante la etapa de operación	Conforme normativa	$ 100,00
P4O7	Programa de Manejo de Desechos	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por gestión inadecuado de desechos	Disponer de un área de almacenamiento temporal de desechos peligrosos. Este centro de acopio deberá cumplir los siguiente requisitos: • Cubeto impermeabilizado con una capacidad de 110%, con techo. • Fácil acceso a vehículos. • Cercado para evitar el acceso a personal no autorizado • Sistema de contingencias • Ventilación natural • Alejado de curso de agua, residencias, áreas públicas. • Ubicado en zonas estables no inundables	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Registro fotográfico	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 600,00
P4O8	Programa de Manejo de Desechos	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de aguas negras y grises	Disponer los desechos peligrosos debidamente clasificados en recipientes metálicos acorde al grado de compatibilidad de tal forma que se evite reactividad entre ellos	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Registro fotográfico	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 1.800,00
P4O9	Programa de Manejo de Desechos	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Calidad de suelo, agua y aire	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de aguas negras y grises	Garantizar que el personal vinculado con el manejo y almacenamiento temporal de desechos peligrosos cuente con EPP adecuado, reciba capacitación específica en manejo de desechos peligrosos y contingencias para minimizar la probabilidad de ocurrencia de accidentes y enfermedades ocupacionales	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Registro fotográfico	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 100,00
P4O10	Programa de Manejo de Desechos	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Calidad de suelo, agua, aire, salud	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de desechos peligrosos	Implementar señalización sobre el tipo de producto contenido, advertencia del peligro y otra información relevante en los recipientes de almacenamiento de desechos peligrosos. Utilizar como referencia las Normas NTE INEN 2841 y NTE INEN 2288	Señalética instalada/requerida	Registro fotográfico	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 500,00
P4O11	Programa de Manejo de Desechos	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Calidad de suelo, agua, aire, salud	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de desechos peligrosos	Entregar los desechos peligrosos a gestores calificados y disponer de bitácoras, manifiestos únicos y certificados de entrega final	Desechos generados / Documentos obtenidos	Registros	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 1.200,00
P4O12	Programa de Manejo de Desechos	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Calidad de suelo, agua, aire, salud	Degradación del entorno ambiental por inadecuada gestión de desechos peligrosos	Presentar la declaración anual de desechos peligrosos acorde a la normativa ambiental vigente	Actividad planteada/Actividad ejecutada	Oficio de presentación de declaración. Declaraciones anuales	Durante la etapa de operación	Anual	$ 400,00

9.5. PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P5C1	Programa de Relaciones comunitarias	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno social. Relaciones comunitarias	Desconocimiento de la realidad del proyecto.	Mantener acercamiento permanente con la comunidad para informar y coordinar las acciones a desarrollar para dar cumplimiento al Plan de Manejo Ambiental	N° reuniones ejecutadas	Actas de reunión Fotografías	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 1.200,00
P5C2	Programa de Relaciones comunitarias	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno social. Relaciones comunitarias	Expectativa de la población	Adecuar un sistema de registro, control y seguimiento (Quejas y sugerencias) de pobladores y trabajadores, las cuales serán consideradas para mejorar la gestión social del proyecto.	N° de quejas resueltas / N° de requerimientos	Registros de quejas y/o sugerencias	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 1.200,00
P5C3	Programa de Relaciones comunitarias	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno social Oferta laboral y servicios de la población del área	Mejoramiento de condiciones de vida	Contratar de manera preferencial a los pobladores de la zona, siempre y cuando cumplan con los requisitos de contratación de HIDROQUEST y acorde a lo establecido en la Ley Amazónica.	N° de pobladores locales contratados / N° total de trabajadores	Contratos firmados Reportes de RRCC	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 12.000,00
P5C4	Programa de Relaciones comunitarias	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno social Oferta laboral y servicios de la población del área	Mejoramiento de condiciones de vida	Disponer que todos los trabajadores externos, enrolados para el desarrollo de la operación del proyecto, observen de forma estricta, normas, reglamentos y prácticas de relacionamiento comunitario establecidos por HIDROQUEST.	N° de trabajadores inducidos/ N° de trabajadores contratados	Registros	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 100,00
P5C5	Programa de Relaciones comunitarias	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno social Oferta laboral y servicios de la población del área	Mejoramiento de condiciones de vida	Contratar preferencialmente los servicios ofertados por proveedores de la zona en lo que concierne a alimentación, limpieza y transporte de personal siempre y cuando cumplan con los estándares requeridos por la empresa y sus contratistas.	N° de servicios contratados / N° de servicios requeridos	Contratos de servicios Reportes de RRCC	Durante la etapa de construcción	Permanente	$ 9.000,00
P5C6	Programa de Relaciones comunitarias	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno social Oferta laboral y servicios de la población del área	Mejoramiento de condiciones de vida	Colaborar, siempre y cuando cumplan con las políticas de relacionamiento comunitario de la empresa y, en función de las posibilidades y competencias de la empresa, en los ámbitos de desarrollo local con las comunidades del área influencia directa, en coordinación con los Gobiernos locales y/o autoridades competentes.	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Actas de reunión Actas de entrega de aportes	Durante la etapa de construcción	En caso de requerimiento análisis y acuerdo mutuo	$ 2.000,00
P5C7	Programa de Relaciones comunitarias	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno social. Relaciones comunitarias	Seguridad de las personas	Coordinar y supervisar el ingreso, uso y circulación de los propietarios y usuarios de los terrenos aledaños al DDVC. Mantener un listado actualizado de los usuarios.	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Registros	Durante la etapa de construcción	En caso de requerimiento	$ 100,00
P5C8	Programa de Relaciones comunitarias	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno social. Relaciones comunitarias	Fortalecimiento de acciones de conservación	Realizar un aporte fijo al Parque Nacional Sangay de Morona Santiago, durante el período de concesión del título habilitante, en especies acorde a la política de la empresa, que corresponde a USD 10.000 para apoyar al Programa de Control y Vigilancia del Plan de Gestión Operativa Anual (PGOA) del Parque Nacional Sangay de Morona Santiago. Esta entrega se hará efectiva una vez se firme el contrato de concesión/título habilitante con el Estado Ecuatoriano	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Registros, documentación de entrega de aporte, facturas, etc	Durante la etapa de construcción	Anual en el mes de noviembre	$ 10.000,00
P5C9	Programa de Relaciones comunitarias	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas y descarga, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, construcción e instalación de LT	Entorno social. Relaciones comunitarias	Fortalecimiento de acciones de conservación	Realizar un aporte fijo, al Parque Nacional Sangay de Morona Santiago, durante el período de concesión del título habilitante, en especies acorde a la política de la empresa, que corresponde a USD 2.500 para apoyar al Programa CEPA (Comunicación, Educación y Participación Ambiental) del Plan de Gestión Operativa Anual (PGOA) del Parque Nacional Sangay de Morona Santiago. Esta entrega se hará efectiva una vez se firme el contrato de concesión/título habilitante con el Estado Ecuatoriano	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Registros, documentación de entrega de aporte, facturas, etc	Durante la etapa de construcción	Anual en el mes de noviembre	$ 2.500,00

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P5O1	Programa de Relaciones comunitarias	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno social. Relaciones comunitarias	Desconocimiento de la realidad del proyecto.	Mantener acercamiento permanente con la comunidad para informar sobre el proyecto Hidroeléctrico HIDROQUEST	N° reuniones ejecutadas	Actas de reunión Fotografías	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 1.200,00
P5O2	Programa de Relaciones comunitarias	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno social. Relaciones comunitarias	Desconocimiento de la realidad del proyecto.	Coordinar, en caso de ser requerido, visitas al proyecto sea por motivos educativos o conocimiento del mismo	Actividades ejecutadas	Registros fotográficos	Durante la etapa de operación	En caso de requerimiento	$ 1.800,00
P5O3	Programa de Relaciones comunitarias	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno social. Relaciones comunitarias	Expectativa de la población	Adecuar un sistema de registro, control y seguimiento (Quejas y sugerencias) de pobladores y trabajadores, las cuales serán consideradas para mejorar la gestión social del proyecto.	N° de quejas resueltas / N° de requerimientos	Registros de quejas y/o sugerencias	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 600,00
P5O4	Programa de Relaciones comunitarias	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno social Oferta laboral y servicios de la población del área	Mejoramiento de condiciones de vida	Contratar de manera preferencial a los pobladores de la zona, siempre y cuando cumplan con los requisitos de contratación de HIDROQUEST y acorde a lo establecido en la Ley Amazónica.	N° de pobladores locales contratados / N° total de trabajadores	Contratos firmados Reportes de RRCC	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 12.000,00
P5O5	Programa de Relaciones comunitarias	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno social Oferta laboral y servicios de la población del área	Mejoramiento de condiciones de vida	Disponer que todos los trabajadores externos, enrolados para el desarrollo de la operación del proyecto, observen de forma estricta, normas, reglamentos y prácticas de relacionamiento comunitario establecidos por HIDROQUEST.	N° de trabajadores inducidos/ N° de trabajadores contratados	Registros	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 100,00
P5O6	Programa de Relaciones comunitarias	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno social Oferta laboral y servicios de la población del área	Mejoramiento de condiciones de vida	Contratar preferencialmente los servicios ofertados por proveedores de la zona en lo que concierne a alimentación, limpieza y transporte de personal siempre y cuando cumplan con los estándares requeridos por la empresa y sus contratistas.	N° de servicios contratados / N° de servicios requeridos	Contratos de servicios Reportes de RRCC	Durante la etapa de operación	Permanente	$ 6.000,00
P5O7	Programa de Relaciones comunitarias	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno social Oferta laboral y servicios de la población del área	Mejoramiento de condiciones de vida	Colaborar, siempre y cuando cumplan con las políticas de relacionamiento comunitario de la empresa y, en función de las posibilidades y competencias de la empresa, en los ámbitos de desarrollo local con las comunidades del área influencia directa, en coordinación con los Gobiernos locales y/o autoridades competentes.	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Actas de reunión Actas de entrega de aportes	Durante la etapa de operación	En caso de requerimiento análisis y acuerdo mutuo	$ 2.000,00
P5O8	Programa de Relaciones comunitarias	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno social. Relaciones comunitarias	Seguridad de las personas	Coordinar y supervisar el ingreso, uso y circulación de los propietarios y usuarios de los terrenos aledaños al DDVC. Mantener un listado actualizado de los usuarios.	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Registros	Durante la etapa de operación	En caso de requerimiento	$ 100,00
P5O9	Programa de Relaciones comunitarias	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno social. Relaciones comunitarias	Fortalecimiento de acciones de conservación	Realizar un aporte fijo al Parque Nacional Sangay de Morona Santiago, durante el período de concesión del título habilitante, en especies acorde a la política de la empresa, que corresponde a USD 10.000 para apoyar al Programa de Control y Vigilancia del Plan de Gestión Operativa Anual (PGOA) del Parque Nacional Sangay de Morona Santiago. Esta entrega se hará efectiva una vez se firme el contrato de concesión/título habilitante con el Estado Ecuatoriano	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Registros, documentación de entrega de aporte, facturas, etc	Durante la etapa de operación	Anual en el mes de noviembre	$ 10.000,00
P5O10	Programa de Relaciones comunitarias	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica y la línea de transmisión	Entorno social. Relaciones comunitarias	Fortalecimiento de acciones de conservación	Realizar un aporte fijo, al Parque Nacional Sangay de Morona Santiago, durante el período de concesión del título habilitante, en especies acorde a la política de la empresa, que corresponde a USD 2.500 para apoyar al Programa CEPA (Comunicación, Educación y Participación Ambiental) del Plan de Gestión Operativa Anual (PGOA) del Parque Nacional Sangay de Morona Santiago. Esta entrega se hará efectiva una vez se firme el contrato de concesión/título habilitante con el Estado Ecuatoriano	Actividad ejecutada / Actividad propuesta	Registros, documentación de entrega de aporte, facturas, etc	Durante la etapa de operación	Anual en el mes de noviembre	$ 2.500,00

9.6. PLAN DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P6C1	Programa de rehabilitación de areas afectadas fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental y social	Degradación ambiental: suelo, aire, agua, flora, fauna, etc	Sellar y/o retirar los pozos sépticos mediante la implementación de un sistema de inertización con cal viva	Actividad ejecutada/Actividad planteada	Registros, fotografías	Durante la etapa constructiva	Finalizada la construcción	$ 1.000,00
P6C2	Programa de rehabilitación de areas afectadas fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental y social	Degradación ambiental: suelo, aire, agua, flora, fauna, etc	Reconformar los sistemas de drenajes para la canalización de escorrentías naturales en todas las áreas intervenidas	Actividad ejecutada/Actividad planteada	Informes de Supervisión SSA.	Durante la etapa constructiva	Finalizada la construcción	$ 1.500,00
P6C3	Programa de rehabilitación de areas afectadas fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental y social	Degradación ambiental: suelo, aire, agua, flora, fauna, etc	Reconformar, estabilizar las áreas intervenidas, riberas de río e implementar medidas para control de erosión.	Actividad ejecutada/Actividad planteada	Fotografías	Durante la etapa constructiva	Fin de actividades constructivas	$ 8.000,00
P6C4	Programa de rehabilitación de areas afectadas fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental y social	Degradación ambiental: suelo, aire, agua, flora, fauna, etc	Implementar y elaborar un cronograma revegetación de las áreas intervenidas mediante el uso de plántulas y semillas de especies preferentemente nativas acorde al uso del suelo. En el caso de áreas internas se podrá ornamentar las mismas.	Actividad ejecutada/Actividad planteada	Cronograma	Durante la etapa constructiva	Permanente	$ 9.000,00
P6C5	Programa de rehabilitación de areas afectadas fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental y social	Degradación ambiental: suelo, aire, agua, flora, fauna, etc	Implementar y elaborar un cronograma revegetación de las riberas del río Upano en el área de la toma caucasiana.	Actividad ejecutada/Actividad planteada	Cronograma	Durante la etapa constructiva	Permanente	$ 7.000,00
P6C6	Programa de rehabilitación de areas afectadas fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental y social	Degradación ambiental: suelo, aire, agua, flora, fauna, etc	Revegetar el sitio de disposición de material extraído de la excavación (escombrera) con especies herbáceas fijadoras de nitrógeno (maní forrajero, pega pega) y especies nativas tales como: sangre de drago, laurel de cera, taura, cedro.	Actividad ejecutada/Actividad planteada	Fotografías	Durante la etapa constructiva	Fin de actividades constructivas	$ 1.000,00
P6C7	Programa de rehabilitación de areas afectadas fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental y social	Degradación ambiental: suelo, aire, agua, flora, fauna, etc	Construir estructuras cortacorrientes en áreas de pendiente del DDV de conducción con el fin de mitigar efectos erosivos	Actividad ejecutada/Actividad planteada	Fotografías	Durante la etapa constructiva	Permanente	$ 3.000,00
P6C8	Programa de rehabilitación de areas afectadas fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental y social	Degradación ambiental: suelo, aire, agua, flora, fauna, etc	Documentar, identificar y corregir, de manera inmediata, cualquier efecto adverso para la revegetación (por ejemplo, deslizamientos de tierra, erosión no controlada) dentro del DDV , casa de máquinas o vía de acceso	Actividad ejecutada/Actividad planteada	Informe, fotografías	Durante la etapa constructiva	En caso de ocurrencia	$ 1.200,00

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P6O1	Programa de rehabilitación de áreas efctadas fase operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento	Entorno ambiental. Flora	Restablecimiento de las condiciones ambientales del área	Implementar y elaborar un cronograma de mantenimiento y fortalecimiento de revegetación de áreas intervenidas mediante el uso de plántulas y semillas de especies preferentemente nativas acorde al uso del suelo. En el caso de áreas internas se podrá ornamentar las mismas.	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Informes de Supervisión SSA. Fotografías	Durante la etapa operativa	Permanente	$ 6.000,00
P6O2	Programa de rehabilitación de áreas efctadas fase operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento	Entorno ambiental. Flora	Restablecimiento de las condiciones ambientales del área	Documentar, identificar y corregir, de manera inmediata, cualquier efecto adverso para la revegetación (por ejemplo, deslizamientos de tierra, erosión no controlada) dentro del DDV , casa de máquinas o vía de acceso	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Informe, fotografías	Durante la etapa operativa	En caso de ocurrencia	$ 900,00
P6O3	Programa de rehabilitación de áreas efctadas fase operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento	Entorno ambiental. Flora	Restablecimiento de las condiciones ambientales del área	Dar mantenimiento a estructuras de control de erosión implementadas en las áreas de intervención.	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Registros, fotografías, informes.	Durante la etapa operativa	Permanente	$ 4.000,00

9.7. PLAN DE RESCATE DE VIDA SILVESTRE

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P7C1	Programa de rescate de vida silvestres fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental. Calidad de la biodiversidad	Afectación a la flora y fauna silvestres por efecto de las actividades del proyecto Fragmentación y pérdida de especies de flora y reducción de hábitats terrestres	Realizar actividades de rescate de flora sensible previo a la apertura y remoción de cobertura vegetal con el fin de utilizarla en actividades de revegetación posteriores.	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Informes de rescate Fotografías	Durante la etapa constructiva	Permanente	$ 7.000,00
P7C2	Programa de rescate de vida silvestres fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental. Calidad de la biodiversidad	Afectación a la flora y fauna silvestres por efecto de las actividades del proyecto Fragmentación y pérdida de especies de flora y reducción de hábitats terrestres	Ejecutar el rescate de fauna terrestre de poca movilidad previo a la intervención de las áreas del proyectos	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Informes de rescate Fotografías	Durante la etapa constructiva	Permanente	$ 7.000,00
P7C3	Programa de rescate de vida silvestres fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental. Calidad de la biodiversidad	Afectación a la flora y fauna silvestres por efecto de las actividades del proyecto Fragmentación y pérdida de especies de flora y reducción de hábitats terrestres	Mantener un equipo de especialistas con experiencia en flora y fauna dentro del equipo de SSA para la aplicación de procedimientos de rescate de flora y fauna silvestres.	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Registro de personal SSA	Durante la etapa constructiva	Permanente	$ 12.000,00
P7C4	Programa de rescate de vida silvestres fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental. Calidad de la biodiversidad	Afectación a la flora y fauna silvestres por efecto de las actividades del proyecto Fragmentación y pérdida de especies de flora y reducción de hábitats terrestres	Elaborar informes semestrales de actividades de rescate realizadas con el fin de incorporarlas a los informes de monitoreo ambiental respectivos	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Informes semestrales	Durante la etapa constructiva	Semestral	$ 1.200,00

9.8. PLAN DE CIERRE Y ABANDONO

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P8C1	Programa de cierre y abandono fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental. Calidad del ambiente en general	Afectación a la salud y seguridad Contaminación del agua, aire y suelo	Recoger y remover los residuos sólidos y líquidos, especialmente residuos sólidos inorgánicos y orgánicos, combustibles, etc.	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Informes de Supervisión SSA. Fotografías	Durante la etapa constructiva	Finalizada la construcción y liberadas las áreas	$ 1.000,00
P8C2	Programa de cierre y abandono fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental. Calidad del ambiente en general	Afectación a la salud y seguridad Contaminación del agua, aire y suelo	Retirar materiales de construcción restos metálicos, restos de cables, material de empaque, soldaduras etc	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Informes de Supervisión SSA. Fotografías	Durante la etapa constructiva	Finalizada la construcción y liberadas las áreas	$ 1.000,00
P8C3	Programa de cierre y abandono fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental. Calidad del ambiente en general	Afectación a la salud y seguridad Contaminación del agua, aire y suelo	Retirar estructuras temporales de cruce de cuerpos de agua puentes, esteras de madera, plásticos, etc.).	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Informes de Supervisión SSA. Fotografías	Durante la etapa constructiva	Finalizada la construcción y liberadas las áreas	$ 500,00
P8C4	Programa de cierre y abandono fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental. Calidad del ambiente en general	Afectación a la salud y seguridad Contaminación del agua, aire y suelo	Retirar y cerrar letrinas temporales ubicadas en el DDV	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Registros, informes, fotografías	Durante la etapa constructiva	Fin de actividades constructivas	$ 500,00
P8C5	Programa de cierre y abandono fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental. Calidad del ambiente en general	Afectación a la salud y seguridad Contaminación del agua, aire y suelo	Reconformar y nivelar el DDV acorde a la topografía necesaria	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Registros, informes, fotografías	Durante la etapa constructiva	Fin de actividades constructivas	$ 5.000,00
P8C6	Programa de cierre y abandono fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental. Calidad del ambiente en general	Afectación a la salud y seguridad Contaminación del agua, aire y suelo	Limpiar y desalojar todo material que obstaculice drenajes naturales o quebradillas	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Registros, informes, fotografías	Durante la etapa constructiva	Fin de actividades constructivas	$ 2.000,00
P8C7	Programa de cierre y abandono fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental. Calidad del ambiente en general	Afectación a la salud y seguridad Contaminación del agua, aire y suelo	Reconformar áreas utilizadas para almacenamiento temporal de combustibles de haber sido necesario implementar las mismas	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Registros, informes, fotografías	Durante la etapa constructiva	Fin de actividades constructivas	$ 1.000,00
P8C8	Programa de cierre y abandono fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Entorno ambiental. Calidad del ambiente en general	Afectación a la salud y seguridad Contaminación del agua, aire y suelo	Elaborar un informe de liberación ambiental de las áreas cerradas.	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Informe SSA. Fotografías	Durante la etapa constructiva	Fin de actividades constructivas	$ 200,00

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P8O1	Programa de cierre y abandono fase operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de cierre de operación y mantenimiento	Entorno ambiental. Calidad del ambiente en general	Afectación a la salud y seguridad Contaminación del agua, aire y suelo	Notificar a las entidades correspondientes si HIDROQUEST decide ejecutar la fase de cierre y abandono de la de transmisión y ejecutará un plan específico de abandono, previamente aprobado por la Autoridad Ambiental Competente. Este plan deberá contener todas las consideraciones establecidas en la legislación ambiental vigente y las condiciones específicas al momento de su abandono.	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Plan de cierre y abandono	Durante la etapa operativa	Previo al cierre y abandono	$ 600,00
P8O2	Programa de cierre y abandono fase operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de cierre de operación y mantenimiento	Entorno ambiental. Calidad del ambiente en general	Afectación a la salud y seguridad Contaminación del agua, aire y suelo	Recoger y remover residuos sólidos, restos metálicos, materiales, escombros producto de las actividades ejecutadas y entregarlos a gestores autorizados conforme lo establecido en el plan de manejo de desechos	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Registros, informes, fotografías	Durante la etapa operativa	Durante la etapa de cierre y abandono	$ 5.000,00
P8O3	Programa de cierre y abandono fase operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de cierre de operación y mantenimiento	Entorno ambiental. Calidad del ambiente en general	Afectación a la salud y seguridad Contaminación del agua, aire y suelo	Elaborar informe de liberación ambiental o auditoría ambiental de cierre y abandono	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Informe	Durante la etapa operativa	Finalizadas las actividades de cierre y abandono	$ 10.000,00

9.9. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P9C1	Programa de monitoreo y seguimiento fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Condiciones socioambientales	Degradación de las condiciones socioambientales por incumplimiento del PMA	Realizar informes diarios de SSA que permitan evidenciar las actividades ejecutadas y cumplimiento de medidas ambientales establecidas en el PM	Informe elaborado / requerido	Informes de seguimiento	Durante la etapa constructiva	Diario	$ 1.200,00
P9C2	Programa de monitoreo y seguimiento fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Calidad de agua	Degradación de la calidad de agua	Ejecutar análisis de calidad física del agua en puntos de monitoreo establecidos mediante laboratorios calificados por el SAE.	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Reportes de laboratorio acreditado por la SAE.	Durante la etapa constructiva	Semestral	$ 3.000,00
P9C3	Programa de monitoreo y seguimiento fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Fauna	Degradación de las poblaciones de fauna en el área Perturbación por el desarrollo de las actividades	Ejecutar semestralmente el monitoreo biótico de mastofauna, avifauna, herpetofauna, ictiofauna, macroinvertebrados acuáticos en las áreas de influencia directa de las actividades constructivas del proyecto, específicamente en los puntos de muestreo cuantitativo levantados para los análisis de línea base	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Informe Monitoreo Biológico	Durante la etapa constructiva	Semestral	$ 25.000,00
P9C4	Programa de monitoreo y seguimiento fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Calidad del suelo	Contaminación de suelo por gestión inadecuada de combustibles	En caso de derrames de combustibles durante las actividades se deberá entregar el suelo contaminado a un gestor calificado y realizar un análisis de una muestra cercana al área afectada.	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Registros	Durante la etapa constructiva	En caso de ocurrencia	$ 500,00
P9C5	Programa de monitoreo y seguimiento fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Calidad del suelo	Contaminación de suelo por gestión inadecuada de combustibles	Realizar el monitoreo de suelo en el área de almacenamiento de combustibles	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Registros	Durante la etapa constructiva	Semestral durante la construcción	$ 800,00
P9C6	Programa de monitoreo y seguimiento fase constructiva	Construcción	Actividades constructivas, construcción de toma caucasiana, construcción de casa de máquinas, apertura de zanja, DDV e instalación de tubería, vías de acceso, chimenea de equilibrio, montaje y prueba de equipos, instalación de LT	Calidad ambiental	Ruido	Realizar el monitoreo de ruido en los frentes de trabajo	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Registros	Durante la etapa constructiva	Semestral durante la construcción	$ 2.000,00

Código o Nro.	Programa	Etapa del proyecto	Procesos / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo	Frecuencia / Periodicidad	Costo estimado
P9O1	Programa de monitoreo y seguimiento fase operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento	Condiciones socioambientales	Degradación de las condiciones socioambientales por incumplimiento del PMA o normativa	Realizar informes diarios de SSA que permitan evidenciar las actividades ejecutadas y cumplimiento de medidas ambientales establecidas en el PM	Informe elaborado / requerido	Informes de seguimiento	Durante la etapa operativa	Diario	$ 100,00
P9O2	Programa de monitoreo y seguimiento fase operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento	Condiciones socioambientales	Degradación de las condiciones socioambientales por incumplimiento del PMA o normativa	Monitorear que no se desarrollen construcciones de bienes inmuebles u otras instalaciones, dentro de la franja de servidumbre de la LT. En caso de identificar la construcción de algún inmueble notificar al propietario o constructor, el riesgo potencial al que se encuentra expuesto y proceder de ser el caso con las acciones legales que correspondan.	Informe elaborado / requerido	Informes de seguimiento	Durante la etapa operativa	En caso de ocurrencia durante la operación	$ 500,00
P9O3	Programa de monitoreo y seguimiento fase operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento	Calidad de agua	Degradación de la calidad de agua	Ejecutar análisis de calidad física del agua en puntos de monitoreo establecidos mediante laboratorios calificados por el SAE.	Informe elaborado / requerido	Reportes de laboratorio acreditado por la SAE.	Durante la etapa operativa	Semestral	$ 3.000,00
P9O4	Programa de monitoreo y seguimiento fase operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento	Calidad de aire. Salud ocupacional	Degradación de la calidad de aire. Efectos de salud ocupacional	Efectuar un monitoreo semestral de los niveles de ruido ambiente en el área de casa de máquinas para determinar si están dentro de los niveles máximos.	Informe elaborado / requerido	Reportes de laboratorio acreditado por la SAE.	Durante la etapa operativa	Durante la operación	$ 2.000,00
P9O5	Programa de monitoreo y seguimiento fase operativa	Operación y mantenimiento	Actividades de operación y mantenimiento	Fauna	Degradación de las poblaciones de fauna en el área Perturbación por el desarrollo de las actividades	Ejecutar semestralmente el monitoreo biótico de mastofauna, avifauna, herpetofauna, ictiofauna, macroinvertebrados acuáticos en las áreas de influencia directa de las facilidades, específicamente en los puntos de muestreo cuantitativo levantados para los análisis de línea base.	Informe Monitoreo Biológico	Informe Monitoreo Biológico	Durante la etapa operativa	Semestral	$ 25.000,00
P9O6	Programa de monitoreo y seguimiento fase operativa	Operación y mantenimiento	Monitoreo de revegetación y áreas afectadas	Flora	Degradación de cobertura vegetal	Realizar el seguimiento de revegetación y áreas afectadas	Actividad ejecutada / Actividad planteada	Informe SSA. Registro Fotográfico	Durante la etapa operativa	Anual	$ 1.200,00
P9O7	Programa de monitoreo y seguimiento fase operativa	Operación y mantenimiento	Auditoría Ambiental de Cumplimiento	Calidad ambiental	Degradación o posible contaminación ambiental	Ejecutar Auditorías Ambientales de cumplimiento conforme lo establece la Reglamentación Ambiental vigente durante la construcción y operación del proyecto	Informe de Auditoría	Informe de Auditoría	Durante la etapa operativa	Conforme normativa ambiental vigente	$ 8.000,00