



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Arquitectura
Dirección de Posgrados
Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental



plan de manejo ambiental
subcuenca sumache

**Formulación del Plan de Manejo y Acciones
Estratégicas para Minimizar el Efecto Destructivo
de la Construcción de Proyectos Hidroeléctricos en la
Subcuenca del Río Sumache, Livingston, Izabal.**



PRESENTADO POR

Arg. Juana Alicia Salguero Monroy

PARA OPTAR AL TÍTULO DE
Maestra en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental
Guatemala, Julio de 2011



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Facultad de Arquitectura

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

DECANO: Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
VOCAL I: Arq. Sergio Mohamed Estrada Ruiz
VOCAL II: Arq. Efraín de Jesús Amaya Caravantes
VOCAL III: Arq. Carlos Enrique Martini Herrera
VOCAL IV: Br. Jairon Daniel del Cid Rendón
VOCAL V: Br. Nadia Michelle Barahona Garrido
SECRETARIO: Arq. Alejandro Muñoz Calderón

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO: Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
SECRETARIO: Arq. Alejandro Muñoz Calderón
EXAMINADOR: Msc. Arq. Susana Isabel Palma Cuevas
EXAMINADOR: Dr. Ing. Agro. David Monterroso Salvatierra
EXAMINADOR: Msc. Ing. Agro. José Antonio Fion Morales

DIRECTOR DE POSGRADOS

Dr. Arq. Lionel Bojorquez Cativo

ASESORA

Msc. Arq. Susana Isabel Palma Cuevas

DEDICATORIA

A DIOS

Arquitecto del Universo.
Por darme la vida y por permitirme llegar a la culminación de este camino.

A MI ESOSO

Por amarme, cuidarme y apoyarme incondicionalmente.

A MIS PADRES

Que han sido mis guías y a quienes amo profundamente.

A MIS HERMANOS

Les agradezco su comprensión.

AGRADECIMIENTOS

A LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por abrirme las puertas.

A LA ESCUELA DE POSTGRADO

Por brindarme la oportunidad de continuar mi formación académica.

A MI ASESORA Y CONSULTORES

Por el apoyo intelectual brindado en el desarrollo del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

1. PRESENTACIÓN	8
1.1. JUSTIFICACIÓN	9
1.2. OBJETIVOS	11
1.3. METODOLOGÍA	11
1.4. DELIMITACIÓN	13
2. TEÓRICO	15
2.1. QUÉ ES EL MANEJO AMBIENTAL	15
2.2. PLANIFICACIÓN AMBIENTAL	15
2.3. EL MANEJO DE CUENCA	16
2.4. ÁREAS DE PROTECCIÓN	18
2.5. ENERGÍA	20
2.6. HIDROELÉCTRICAS	25
2.7. LEGISLACIÓN APLICABLE.....	29
3. CONTEXTO	38
3.1. IZABAL.....	38
3.2. LIVINGSTON.....	45
4. DIAGNÓSTICO.....	61
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	61
4.2. ZONAS DE VIDA	63
4.3. REGIÓN FISIAGRÁFICA	64
4.4. ASPECTOS BIOFÍSICOS Y SOCIALES DE LA SUBCUENCA	65
4.5. TURISMO	93
4.6. ÁREAS PROTEGIDAS	94
4.7. ARQUEOLOGÍA	96
4.8. POTENCIAL DE LA SUBCUENCA	97
4.9. PROBLEMÁTICA DE LA SUBCUENCA	97
4.10. INSTITUCIÓN QUE GESTIONA EL PMA.....	101
5. IMPACTOS.....	103
5.1. ANÁLISIS GENERAL	103
5.2. METODOLOGÍA	105
5.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES	106
5.4. VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES	108
5.5. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES	111
5.6. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS POTENCIALES	111
6. PROPUESTA: PMA.....	119
6.1. OBJETIVO GENERAL	119
6.2. METODOLOGÍA	119
6.3. ESTRUCTURA DEL PLAN DE MANEJO	121
6.4. PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	122
6.5. PROGRAMA DE CONTINGENCIAS Y RIESGOS.....	130
6.6. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	135
6.7. PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	137
6.8. PROGRAMA DE MANEJO DE DESECHOS	140
6.9. PROGRAMA ESPECIAL DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA, PROGRAMA DE RESCATE BIÓTICO	147
6.10. PROGRAMA DE RELACIONES COMUNITARIAS	149
6.11. PROGRAMA DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS.....	153
6.12. PROGRAMA DE ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA.....	155
6.13. PROGRAMA DE MONITOREO, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	156

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	163
7.1. CONCLUSIONES.....	163
7.2. RECOMENDACIONES	163
8. FUENTES DE CONSULTA.....	165
8.1. DOCUMENTOS.....	165
8.2. LEYES Y REGLAMENTOS	166
8.3. ENTIDADES	166
8.4. TRATADOS.....	167
8.5. MAPEO.....	167
ANEXO.....	169
ANÁLISIS MICRO-BACTERIOLÓGICO DEL RÍO SUMACHE.	169

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. VISTA DE LA SIERRA SANTA CRUZ.....	9
FOTOGRAFÍA 2. EL AGUA.	21
FOTOGRAFÍA 3. PRESA DE ITAIPÚ.	23
FOTOGRAFÍA 4. ARTESANÍAS.	50
FOTOGRAFÍA 5. DANZA DE YANCUNÚ.	51
FOTOGRAFÍA 6. TIPOS DE VIVIENDA TÍPICA.....	54
FOTOGRAFÍA 7. RÍO SUMACHE.....	65
FOTOGRAFÍA 8. MÁRGENES DEL RÍO SUMACHE, AGUAS ABAJO Y AGUAS ARRIBA.....	75
FOTOGRAFÍA 9. ROCAS ULTRABÁSICAS Y MATERIAL ARRASTRADO.....	75
FOTOGRAFÍA 10. MOVIMIENTOS EN MASA AGUAS ABAJO DEL RÍO SUMACHE.	81
FOTOGRAFÍA 11. SITIO TURÍSTICO PUNTA CAIMANES.....	93
FOTOGRAFÍA 12. VISTA SATELITAL DEL SITIO TURÍSTICO PUNTA CAIMANES.	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. SITUACIÓN AMBIENTAL.....	8
ILUSTRACIÓN 2. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.....	10
ILUSTRACIÓN 3. BARRA CRONOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO DEL PMA.....	13
ILUSTRACIÓN 4. PARTES DE UNA CUENCA.	16
ILUSTRACIÓN 5. FUENTES DE ENERGÍA (INGRESO ENERGÉTICO): ENERGÍAS RENOVABLES.....	20
ILUSTRACIÓN 6. FUENTES DE ENERGÍA (CAPITAL ENERGÉTICO): ENERGÍAS NO RENOVABLES.	20
ILUSTRACIÓN 7. EL CICLO DEL AGUA.....	22
ILUSTRACIÓN 8. FUNCIONAMIENTO DE LA UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA.....	25
ILUSTRACIÓN 9. TURBINAS PELTÓN.....	28
ILUSTRACIÓN 10. TURBINAS FRANCIS.	28
ILUSTRACIÓN 11. TURBINAS KAPLAN.....	28
ILUSTRACIÓN 12. LOCALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS TURÍSTICOS DEFINIDOS POR EL INGUAT.....	41
ILUSTRACIÓN 13. UN CARIBE DIFERENTE.	42
ILUSTRACIÓN 14. SITIOS TURÍSTICOS DE INTERÉS.....	43
ILUSTRACIÓN 15. ESPECIES ARBÓREAS Y HERBÁCEAS.	82
ILUSTRACIÓN 16. ESPECIE AMENAZADA.....	84
ILUSTRACIÓN 17. ESPECIES ENDÉMICAS REGIONALES POR GÉNERO.	85
ILUSTRACIÓN 18. ESPECIES INDICADORAS.	85
ILUSTRACIÓN 19. ESPECIES INDICADORAS POR GÉNERO.....	86
ILUSTRACIÓN 20. PECES.	87
ILUSTRACIÓN 21. ESPECIE DE AVE AMENAZADA.	87
ILUSTRACIÓN 22. AVES.....	88
ILUSTRACIÓN 23. ANFIBIOS Y REPTILES.....	89
ILUSTRACIÓN 24. MAMÍFEROS.	89
ILUSTRACIÓN 25. ESPECIES AMENAZADAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN.....	90
ILUSTRACIÓN 26. ESPECIES INDICADORAS DE MAMÍFEROS.	91

ÍNDICE DE ESQUEMAS

ESQUEMA 1. DIAGRAMA DE LA METODOLOGÍA.....	11
ESQUEMA 2. PROCESO ENERGÉTICO.....	24
ESQUEMA 3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA.	24
ESQUEMA 4. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA INVERSIONES EN RECURSOS RENOVABLES, S.A.....	101
ESQUEMA 5. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	105
ESQUEMA 6. VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES DE ACUERDO A LA MATRIZ DE LEOPOLD.....	106
ESQUEMA 7. CARACTERÍSTICAS DEL IMPACTO DE ACUERDO A LA MATRIZ DE LEOPOLD.	106
ESQUEMA 8. ACTIVIDADES GENERALES DEL PROYECTO IDENTIFICADAS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	107

ESQUEMA 9. ACTIVIDADES DEL PROYECTO IDENTIFICADAS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN.....	108
ESQUEMA 10. ESTRUCTURA DEL PLAN DE MANEJO.	121
ESQUEMA 11. TIPOS DE DESECHOS IDENTIFICADOS PARA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	142
ESQUEMA 12. TIPOS DE DESECHOS IDENTIFICADOS PARA ETAPA DE OPERACIÓN.	143
ESQUEMA 13. DATOS PARA REGISTRO DE CONSOLIDADO DE DESECHOS SÓLIDOS.	143
ESQUEMA 14. ALTERNATIVAS DE DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.	146
ESQUEMA 15. ALTERNATIVAS DE DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS PARA ETAPA DE OPERACIÓN.....	146
ESQUEMA 16. DESARROLLO SOSTENIBLE.	150

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VULNERABILIDAD DEL MUNICIPIO DE LIVINGSTON.	49
TABLA 2. POBLACIÓN TOTAL POR SEXO SEGÚN ÁREA GEOGRÁFICA, MUNICIPIO DE LIVINGSTON, AÑO 2002.....	52
TABLA 3. POBLACIÓN TOTAL POR SEXO SEGÚN GRUPOS DE EDAD, MUNICIPIO DE LIVINGSTON, AÑO 2002.....	52
TABLA 4. POBLACIÓN TOTAL POR PORCENTAJE SEGÚN GRUPO ÉTNICO.	52
TABLA 5. ESTIMACIONES DE LA POBLACIÓN TOTAL EN EL MUNICIPIO DE LIVINGSTON. PERÍODO 2008-2020.	53
TABLA 6. ÍNDICES DE ANALFABETISMO DEL DEPARTAMENTO DE IZABAL, AÑO 2000.....	56
TABLA 7. DATOS GENERALES DE LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS EN LA CUENCA LAGO DE IZABAL - RÍO DULCE.	66
TABLA 8. PROMEDIOS ABSOLUTOS Y RELATIVOS DE LOS CAUDALES MENSUALES	66
TABLA 9. ESTADÍSTICAS DE LOS CAUDALES MENSUALES DE LA ESTACIÓN SEACACAR, 2010.....	67
TABLA 10. CAUDALES MENSUALES.	67
TABLA 11. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	69
TABLA 12. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO.	69
TABLA 13. ÓRDENES Y CARACTERÍSTICAS DE LA TAXONOMÍA DE SUELOS.	77
TABLA 14. ÁREAS PROTEGIDAS.	94
TABLA 15. VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.....	109
TABLA 16. VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LAS ACTIVIDADES DE OPERACIÓN.	110
TABLA 17. TIPOS DE EXTINTORES	132
TABLA 18. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA DESCARGAS DE AGUAS.....	147
TABLA 19. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LA DESCARGA DE AGUAS NEGRAS Y GRISES.	158
TABLA 20. PARÁMETROS DE MUESTREO FÍSICO-QUÍMICO PARA CUERPOS HÍDRICOS SUPERFICIALES.....	159
TABLA 21. LÍMITES Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN PARA RUIDOS CONTINUOS.	160

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1. MACRO- Y MICROLOCALIZACIÓN.....	38
MAPA 2. DEPARTAMENTO DE IZABAL.	39
MAPA 3. SITIOS TURÍSTICOS DE INTERÉS.	42
MAPA 4. MUNICIPIO DE LIVINGSTON.	47
MAPA 5. RED HÍDRICA.	61
MAPA 6. CUENCA DEL LAGO DE IZABAL - RÍO DULCE.	61
MAPA 7. SUBCUENCA SUMACHE, CON SU MICROCUENCA RÍO PITA,	62
MAPA 8. DIVISIÓN DE LA SUBCUENCA HÍDRICA.	63
MAPA 9. ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE.	63
MAPA 10. GEOMORFOLOGÍA DE LA SUBCUENCA.....	64
MAPA 11. ESTACIONES HIDROMÉTRICAS CUENCA	65
MAPA 12. GEOLÓGICO.	71
MAPA 13. SERIE DE SUELOS.	76
MAPA 14. TAXONOMÍA DE SUELOS.	76
MAPA 15. CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA.....	77
MAPA 16. INTENSIDAD DE USO.	78
MAPA 17. TEMPERATURA PROMEDIO.	78
MAPA 18. PRECIPITACIÓN.	79
MAPA 19. EVAPOTRANSPIRACIÓN.	79

MAPA 20. EPICENTROS EN LA SUBCUENCA.	80
MAPA 21. CENTROS POBLADOS.	92
MAPA 22. SIGAP MUNICIPIO DE LIVINGSTON, IZABAL.	94
MAPA 23. UBICACIÓN DE LA SIERRA SANTA CRUZ.	95
MAPA 24. DESCRIPCIÓN DE ZONAS DE LA SIERRA SANTA CRUZ DENTRO DE LA SUBCUENCA.	96
MAPA 25. UBICACIÓN DE POSIBLES SITIOS ARQUEOLÓGICOS.	96
MAPA 26. FORESTAL.	97

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. NÚMERO DE VIVIENDAS: CASCO URBANO.	55
GRÁFICA 2. VARIACIÓN ESTACIONAL DE LOS CAUDALES MENSUALES RELATIVOS AL CAUDAL ANUAL.	66
GRÁFICA 3. HIDROGRAMA DE LOS CAUDALES MENSUALES.	68

LISTA DE ACRÓNIMOS

AECI	Agencia Española de Cooperación Internacional
ALIDES	Alianzas para el Desarrollo
APHA	American Public Health Association (<i>Asociación Americana de Salud Pública</i>)
API	American Petroleum Institute (<i>Instituto Americano del Petróleo</i>)
AWWA	American Water Works Association (<i>Asociación Americana para el Tratamiento de Agua</i>)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CCDAG	Centro de Cartografía Digital y Análisis Geográfico de FUNDAECO
CECON	Centro de Estudios Conservacionistas
CITES	Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas
CONALFA	Comité Nacional de Alfabetización
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
DEMOPRE	Departamento de Monumentos Prehispánicos y coloniales
EPA	Environmental Protection Agency United States (<i>Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos</i>)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FLACSO	Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales
FOGUAMA	Fondo Guatemalteco del Medio Ambiente
FUNDAECO	Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación
IAGC	International Association of Geophysical Contractors (<i>Asociación Internacional de Contratistas Geofísicos</i>)
ICAITI	Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial
IDAEH	Instituto de Antropología e Historia
IFC	Corporación Financiera Internacional
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INDE	Instituto Nacional de Electrificación
INE	Instituto Geográfico Nacional
INGUAT	Instituto Guatemalteco de Turismo
IUCN	International Union for Conservation of Nature (<i>Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza</i>)
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
OEA	Organización de Estados Americanos
OMP	Oficina Municipal de Planificación
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPIC	Corporación de Inversión Privada para el Exterior
PAI	Proyecto Arqueológico Izabal
PMA	Plan de Manejo ambiental
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SEGEPLAN	Secretaría General de Planificación
SICAP	Sistema Centroamericano de Áreas Protegidas
SIGAP	Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas
TELGUA	Telefónica de Guatemala
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNESCO	Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USDA	United States Department of Agriculture (<i>Departamento de Agricultura de los Estados Unidos</i>)
WWF	World Wide Fund for Nature (<i>Fondo Mundial para la Naturaleza</i>)



CAPÍTULO
Presentación

1

Plan de manejo ambiental
subcuenca sumache

1. PRESENTACIÓN

Actualmente, el mundo enfrenta una extensa variedad de amenazas ambientales críticas; el deterioro del suelo, del agua y de los recursos forestales, todos esenciales para la vida humana. Esta contaminación pone en peligro la salud y causa la pérdida de la biodiversidad.

Las generaciones actuales deben enfrentar las tendencias fundamentales que amenazan con empeorar estos problemas, problemas que preocupan bastante; más, si se quiere que las sociedades humanas futuras habiten un mundo caracterizado por paz, libertad y bienestar, próspero desde el punto de vista económico y seguro desde el ambiental.

Ilustración 1. Situación ambiental.



Fuente: Elaboración propia.

Con el incremento de la población es fácil darse cuenta de que las necesidades crecientes de abastecimiento de energía son de suma importancia, además de la relevancia de la alta dependencia hacia los combustibles fósiles con los que se genera la mayor parte de la energía a nivel nacional. El alto costo de estos ha puesto en manos de los inversionistas la responsabilidad de emprender, implementar y buscar fuentes de generación de energía más barata, pensando en la protección ambiental, por medio de los Recursos Naturales Renovables.

Entonces siendo Guatemala un país rico en recursos hídricos, la energía hidroeléctrica es una de las mejores opciones, pues la generación de energía por medio del agua podría ser una alternativa económica al uso de combustibles fósiles, además de ser una tecnología limpia, inagotable y amigable con el ambiente.

1.1. JUSTIFICACIÓN

Estudios socioeconómicos y recorridos en el lugar permiten establecer la extrema pobreza en que viven muchos habitantes de Livingston, municipio de Izabal, especialmente en el área rural, donde no hay servicios de salud ni infraestructura mínima como caminos, puentes y energía eléctrica, considerada como un servicio vital.

No obstante, Livingston es uno de los lugares más ricos del país con características culturales, como su población Garífuna, y características naturales, como sierras, bosques, diversidad de especies, algunas en peligro de extinción, endemismo y fragilidad. Además posee uno de los mayores potenciales hidroeléctricos del país por sus múltiples ríos, como el caso del Sumache que desemboca en el lago de Izabal, el cual es el mayor cuerpo de agua del país.

Cabe mencionar que la Subcuenca del Río Sumache se encuentra localizada dentro del área de Protección Especial "Sierra Santa Cruz", la cual por sus gradientes ecológicos de elevación, temperatura y humedad, crea un ecosistema que presenta una alta biodiversidad y endemismo que merecen ser protegidos. De igual manera su cobertura arbórea debe ser conservada, pues de ella depende que no se extingan estas especies de flora y fauna, así como también, que el ciclo de agua se desarrolle sosteniblemente. En la parte baja de la subcuenca, existen áreas con alto potencial de desarrollo turístico para visitantes locales y extranjeros. Estas sirven para la recreación y economía de las poblaciones, pero estas importantes áreas actualmente no son manejadas por ninguna institución que las administre y les dé un manejo adecuado que permita la conservación de los Recursos Naturales y su aprovechamiento sustentable.

Fotografía 1. Vista de la Sierra Santa Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

Por eso, muchas empresas destinadas a buscar fuentes de recursos hídricos para la realización de este tipo de proyectos están interesadas en esta región específica, pero los Proyectos Hidroeléctricos no solo favorecen a la capacidad instalada del país conectándose a la red nacional, también contribuyen a la comunidad cercana creando beneficios directos a la población.

Ilustración 2. Producción de energía.

Los Proyectos Hidroeléctricos incluyen represas, presas o diques de desviación; reservorios; canales; tuberías de presión; casas de máquinas y patios de transformación que se emplean para generar electricidad, con operación regulada para suministrarla en las horas punta y transmitida a través de una línea hasta la subestación que se conecta con la red general del país.

Durante la última década ha aumentado la crítica a los proyectos de construcción de las presas y más de las grandes, por relacionar estos proyectos con los cambios ambientales irreversibles en un área geográfica. Por ejemplo, los problemas con el polvo, la erosión y el movimiento de tierras son los mayores impactos en la construcción de una presa, provenientes del embalse del agua, de la inundación de la tierra para formar el reservorio y de la alteración del caudal del agua de un río.

Estos efectos tienen impactos directos en los suelos, la vegetación, la fauna y las tierras silvestres, la pesca, el clima y, en especial, para los centros poblados cercanos al área. Los efectos indirectos de una presa a veces pueden ser peores que los directos, y se relacionan con la construcción, mantenimiento y funcionamiento de la misma; por ejemplo, establecimiento de los caminos de acceso, campamentos de construcción y las líneas de transmisión de la electricidad.

Por ello, los Recursos Naturales deben ser usados con responsabilidad y pensando en el futuro de las nuevas generaciones, con el propósito de que el país se beneficie por mucho tiempo.

Con base en lo anterior, se formuló el "**Plan de Manejo Ambiental de la Subcuenca Sumache**". Formulación del Plan de Manejo y Acciones Estratégicas para minimizar el Efecto Destructivo de la Construcción de Proyectos Hidroeléctricos en la Subcuenca del Río Sumache en Livingston Izabal.

Con la finalidad de plantear soluciones y propuestas ambientales, por medio de la elaboración de medidas de mitigación, planes de seguimiento, evaluación y monitoreo, contingencias, legislación ambiental aplicable, etc., con el fin de prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en el desarrollo de este tipo de proyectos.



Fuente: Elaboración propia.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. GENERAL

Formular un "**Plan de Manejo Ambiental de la Subcuenca Sumache**" y definir acciones estratégicas para minimizar el efecto destructivo de la construcción y operación de Proyectos Hidroeléctricos en esta Subcuenca de Livingston, Izabal.

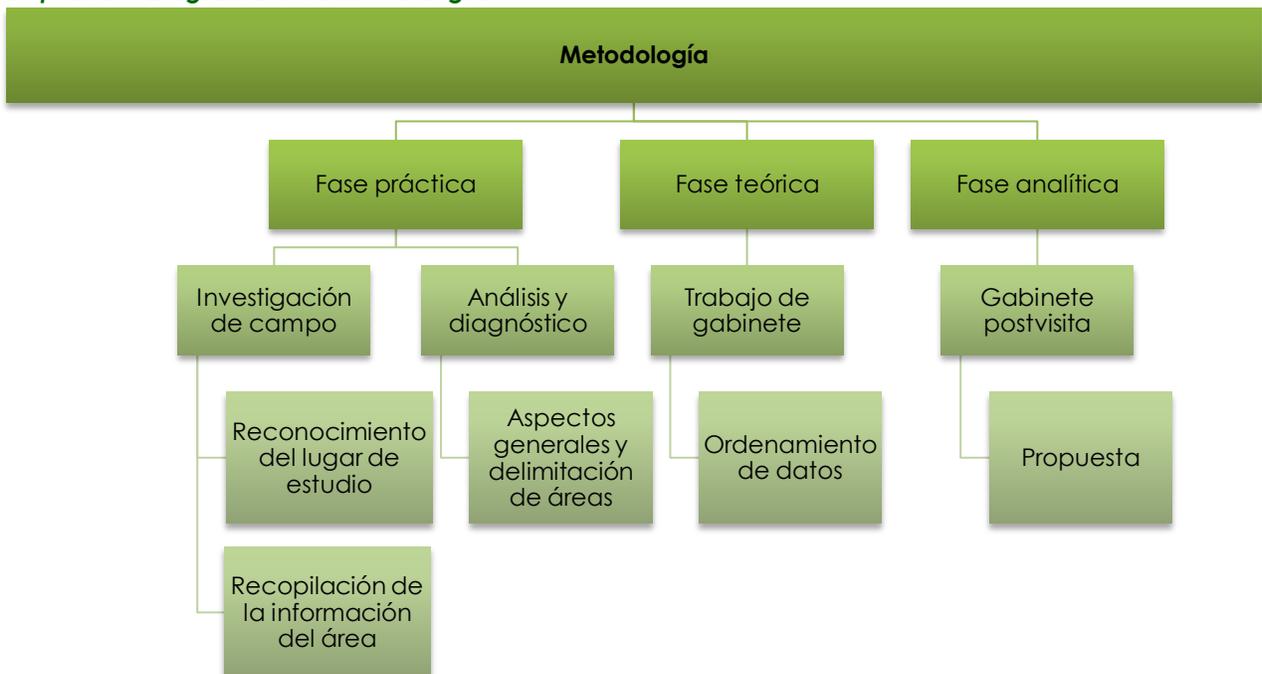
1.2.2. ESPECÍFICOS

1. Investigar los antecedentes históricos de la Subcuenca, aspectos geológicos e hidrológicos, sus características socioculturales y las condiciones ambientales, para contar con un marco de referencia.
2. Identificar, valorar, evaluar y describir los impactos ambientales potenciales que pueda generar un Proyecto Hidroeléctrico en sus etapas de construcción y operación.
3. Formular lineamientos a ser considerados por las empresas constructoras, para garantizar que el Proyecto de Generación Hidroeléctrica cumpla con la regulación ambiental nacional.
4. Diseñar un sistema de monitoreo, seguimiento y evaluación para el Plan de Manejo Ambiental (PMA).

1.3. METODOLOGÍA

El proceso metodológico del presente trabajo se basa en el método científico que para este propósito se divide en tres fases: práctica, teórica y analítica, estas están relacionadas entre sí para llegar a la propuesta final.

Esquema 1. Diagrama de la metodología.



Fuente: Elaboración propia.

1.3.1. FASE PRÁCTICA

1.3.1.1. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

1.3.1.1.1. INSTRUMENTOS

Para la realización del Proyecto de Graduación se recurrió a diversas fuentes de información, entre las cuales pueden mencionarse las siguientes:

Sondeo. Este método incluyó la recopilación de datos mediante observación directa. La misma incluye herramientas tales como visitas al lugar y entrevistas, entre otras.

Visitas al sitio. Estas constituyeron una fuente vital para poder detectar el problema mencionado, que requiere de inmediata solución. Por medio de los métodos de "observación directa" y "consulta" fueron detectados los problemas que motivaron la propuesta de la tesis, que consecuentemente ofrecieron pautas para desarrollar el proyecto, además de permitir la observación del comportamiento de las variables ambientales que interactúan en el entorno. Durante las visitas se conocieron las facetas del lugar, tanto a nivel físico (topografía, paisaje, etc.), como demográfico.

Entrevistas dirigidas. Este instrumento fue de suma importancia, pues con la información de los residentes del lugar fueron detectados los verdaderos problemas y necesidades que aquejan a la subcuenca en general.

Consultas bibliográficas. Fueron consultadas relacionadas con:

- Uso de material impreso como fuente de información para la realización del estudio.
- Localización de la región y subcuenca.
- Características socioculturales y físicas.
- Legislación que actúa.
- Antecedentes históricos de la subcuenca.
- Levantamiento fotográfico de todos los componentes del complejo y elaboración de registro fotográfico.

1.3.2. FASE TEÓRICA

1.3.2.1. TRABAJO DE GABINETE

1.3.2.1.1. MÉTODO DOCUMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN

- Este método contempló la utilización de herramientas de investigación de tipo bibliográfico tales como libros y revistas, entre otros.
- Investigación conceptual de los términos relacionados al tema de estudio.
- Ordenamiento y procesamiento de datos variados recolectados durante la visita.

1.3.3. FASE ANALÍTICA

1.3.3.1. GABINETE POST-VISITA

Incluyó los pasos de:

- Proceso del plan de manejo y diagnóstico.
- Propuesta de Plan de Manejo.

1.4. DELIMITACIÓN

1.4.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

La Subcuenca del Río Sumache se encuentra localizada en el municipio de Livingston, departamento de Izabal, dentro de la formación montañosa y Área de Protección Especial de la Sierra Santa Cruz, en sus zonas núcleo, de amortiguamiento y manejo forestal sostenible. Se ubica entre los paralelos 15°35'14" de latitud Norte y entre los meridianos 89°04'23" de longitud Oeste.

1.4.2. DELIMITACIÓN TEMÁTICA

Con el fin de crear un PMA de la subcuenca del Río Sumache, plan que de manera detallada estudia las acciones para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados durante el desarrollo de un Proyecto Hidroeléctrico, se consideraron los planes de seguimiento, contingencia, evaluación y monitoreo. Además contempló la ejecución de prácticas ambientales, implementación de sistemas de monitoreo y seguimiento ambiental para el desarrollo del proyecto, a fin de cumplir con la legislación ambiental y garantizar que se alcancen estándares altos y profesionales.

1.4.3. DELIMITACIÓN TEMPORAL

Se refiere al período de estudio, investigación y solución de la problemática.

Esta investigación se desarrolló desde los antecedentes de la Subcuenca, con relación a la historia geológica e hidrológica, con proyección que comprende hasta 15 años, tiempo de vida los Proyectos Hidroeléctricos en sus fases de construcción y operación, planteando una posible propuesta para su fase de abandono.

Ilustración 3. Barra Cronológica de la investigación y el desarrollo del PMA.



Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO
Teórico

2

Plan de manejo ambiental
subcuenca sumache

2. TEÓRICO

2.1. QUÉ ES EL MANEJO AMBIENTAL

2.1.1. ORIGEN Y FUNDAMENTOS

Una de las mayores necesidades dentro del desarrollo mundial está constituida por el recurso hídrico, cuya cantidad y calidad cada día se ve amenazada por diferentes causas; entre las que destacan las actividades humanas.

La conservación de los Recursos Naturales es críticamente importante para ser considerada en la presente iniciativa de desarrollo sostenible. El manejo y conservación del agua es de especial importancia.

En años recientes ha habido una investigación amplia que confirma la creciente carencia de agua para propósitos de consumo humano e irrigación. La razón principal es la deforestación continua y la contaminación de las cuencas hidrográficas que almacenan y producen agua en las tierras altas.

El desarrollo sustentable plantea que las generaciones presentes deben garantizar sus necesidades sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Integra un conjunto de principios orientados a diseñar un futuro más responsable, estable y equitativo.

El agua, constituida como un valioso recurso, escaso en el tiempo y el espacio, sometido a la vulnerabilidad de la contaminación, de bajo costo y algunas veces sin las medidas legales de protección, requiere de un plan de manejo que muchas veces no es puesto en práctica. La labor del Estado consiste en diseñar y aplicar instrumentos capaces de alcanzar grandes objetivos como lo son el crecimiento económico, la equidad social y el equilibrio ambiental, es así como nacen los planes de manejo que son unos de los principales instrumentos para lograr el mantenimiento de las cuencas.

El PMA tiene como propósito brindar las herramientas necesarias para el buen manejo de los elementos constituyentes del medio físico, biótico y social, durante el desarrollo de las actividades definidas para el proyecto.

2.2. PLANIFICACIÓN AMBIENTAL

2.2.1. INTRODUCCIÓN A LA PLANIFICACIÓN AMBIENTAL

Durante muchos años se ha mantenido un concepto en el cual la protección ambiental resultaba excesivamente costosa y frenaba el desarrollo, manteniéndose la vieja y estéril alternativa de, o desarrollo, o protección del Medio Ambiente.

En la actualidad se ha demostrado que ambas opciones son no sólo compatibles, sino que la problemática y las necesidades tanto presentes como futuras obligan a efectuar un desarrollo sostenido y equilibrado, protegiendo el medio ambiente y haciendo un uso racional de los Recursos Naturales, tanto de los Renovables como de los no Renovables.

2.3. EL MANEJO DE CUENCA

2.3.1. CUENCA HIDROGRÁFICA

Unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado. Las cuencas hidrográficas son unidades morfográficas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones, también conocido como "parteaguas". El parteaguas, teóricamente, es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja. Al interior de las cuencas se pueden delimitar Subcuencas o cuencas de orden inferior. Las divisorias que delimitan las Subcuencas se conocen como parteaguas secundarios. Además, la cuenca hidrográfica es "una región natural que la hace homogénea por sus vínculos culturales, políticos, geográficos, económicos y sociales y esto facilita la planeación"¹.

2.3.2. CUENCA HIDROLÓGICA

La definición de cuenca hidrológica es más integral que la de cuenca hidrográfica. Las cuencas hidrológicas son unidades morfológicas integrales y, además de incluir todo el concepto de cuenca hidrográfica, abarcan en su contenido, toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo.

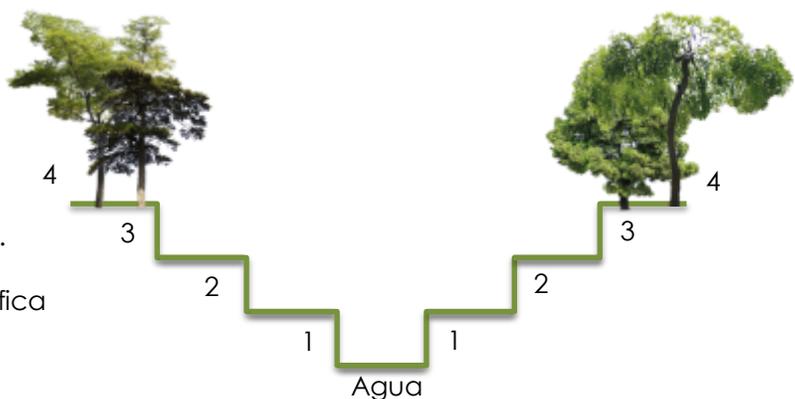
2.3.3. PARTES DE LA CUENCA

Cuenca: " Toda el agua que cae en un área determinada y que va a dar a un fondo común o fondo bajo, constituido por un Río, además es una unidad geográfica que nos da una ubicación espacial de todos los recursos"², "considerada como una unidad natural de planificación"³, se constituye una unidad medio ambiental para el desarrollo sostenible, que se divide en parte alta o erosionable (zona de montaña), parte media (pie de montaña) y parte baja (planicie aluvial).

El suelo en una cuenca hidrográfica se divide en:

1. Suelos de arena y piedra, a orillas de los Ríos, denominados suelos Yarumen.
2. Terrazas recientes o suelos jóvenes.
3. Terrazas sub-recientes.
4. Terrazas antiguas (Parte Aguas).

Cada terraza de una cuenca hidrográfica representa un tipo de paisaje.



Fuente: Elaboración propia.

¹ Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), "Cuenca de Lerma y Chapala", México 1999.

² Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). "Conferencia sobre cuencas hidrográficas". 2000.

³ Secretaría General, Organización de Estados Americanos (OEA), "Calidad ambiental y desarrollo de cuencas hidrográficas: Un modelo para planificación y análisis integrados". Washington, D.C. 1978.

2.3.4. LA CUENCA COMO UNIDAD DE ANÁLISIS

La Unidad de Análisis (UA) es el espacio geográfico en el cual, con el fin de mejorar su proceso de desarrollo, se van implementar estrategias y políticas diseñadas para superar los factores responsables de los desequilibrios espaciales. Esta unidad puede ser un país, una región, una cuenca, un sector, un municipio, una finca, etc.

La identificación de las unidades geográficas naturales es importante para el manejo de los Recursos Naturales. Las cuencas por ejemplo, han sido identificadas como las unidades preferidas para el manejo integral de los recursos hídricos⁴.

Por otra parte, las unidades biofísicas naturales raramente coinciden con las unidades administrativas, las cuales no deben ser ignoradas porque contienen información social y económica que determina cómo se utilizan y manejan los Recursos Naturales.

El desafío consiste en tomar los datos sobre la producción y manejo de los Recursos Naturales que usualmente están clasificados con base en unidades administrativas y trasladarlas a referencias geográficas, por medio de los sistemas de información geográfica, a una zona agroecológica, a una cuenca o a otra unidad geográfica.

En términos formales, la cuenca, la subcuenca y la microcuenca son las unidades de planificación y análisis, mientras que las fincas o conjunto de fincas son las unidades de intervención y manejo.

La cuenca hidrográfica se define como el territorio que está limitado por cerros, partes elevadas y montaña, de los cuales se configura una red de drenaje superficial, que en presencia de precipitación de lluvias, forma el escurrimiento de un río para conducir sus aguas a un río más grande o a otro río principal, lago o mar.

El mismo autor también señala que es en la cuenca es donde se ubican todos los Recursos Naturales y actividades que realiza el hombre, en donde interactúa el sistema biofísico con el socioeconómico y están en una dinámica integral constituyendo una unidad de análisis para valorar el nivel de intervención del hombre, los problemas generados en forma natural y antrópica.

Las actividades antrópicas realizadas en la cuenca muchas veces ocasionan problemas en la calidad del agua; los ríos se contaminan con sedimentos y/o elementos tóxicos y su aprovechamiento es cada vez más limitado.

Las tierras agrícolas se erosionan, pierden su fertilidad natural y la producción de cultivos es cada vez menor. Estas situaciones reflejan la necesidad de comprender las causas de los problemas, analizar sus consecuencias y planear soluciones que puedan implementarse en el contexto social, económico y ambiental que se dan.

Las cuencas hidrográficas facilitan la percepción del efecto negativo de las acciones que el hombre realiza sobre su entorno sobre todo, porque se refleja en la contaminación del agua. La intervención no pensada del hombre sobre uno sólo de estos elementos rompe ese equilibrio precario y determina un empobrecimiento general del medio natural⁵.

En las cuencas de abastecimiento de agua municipal o para otros usos de alto valor económico existen una serie de buenos ejemplos de cómo los usuarios y las comunidades que

⁴ Banco Mundial (BM).1993.

⁵ Comisión Económica para América Latina y el Caribe 1994.

viven en la cuenca han llegado a negociar arreglos institucionales y financieros para garantizar la calidad del agua.

Estos arreglos van desde la protección forestal completa, asegurada por el patrullaje de guardabosques, a pagos por servicios ambientales a los usuarios de la tierra en la cuenca. El alto valor del agua y la extensión limitada de la cuenca hace que estos arreglos sean factibles tanto física como económicamente.

2.3.5. LA CUENCA COMO UNIDAD DE PLANIFICACIÓN

Cuando se desea empezar una actividad para alcanzar una meta, como por ejemplo resolver un problema de disponibilidad de agua, y además se desea asegurar su continuidad durante un determinado período, se planifican desde su inicio todas las tareas necesarias para arrancar la actividad y para mantenerla en operación hasta que se alcance el objetivo buscado.

En algunos casos, inclusive se planifican cambios en el camino para "protegerse" de sorpresas, es decir, se desarrolla un esquema robusto para que pueda soportar la mayoría de los imprevistos.

Para realizar una planificación óptima de la actividad, se depende en grado sumo de la información disponible, tanto de la actividad propiamente, como del ambiente externo donde se desarrolla y también de las potenciales afectaciones a la actividad.

El caso de cuencas no escapa a lo anterior, todo lo contrario, la planificación utilizando este esquema es sumamente sensible a la integridades y externalidades biofísicas, sociales, económicas y políticas.

Cuando se habla de la cuenca como unidad de planificación se hace porque se busca alcanzar un objetivo global o múltiples metas, sin embargo, esencialmente se quiere resolver un problema a la vez (por lo general el crítico) y que de manera indirecta se vayan resolviendo otros asociados a él.

La cuenca puede reflejar distintos niveles de planificación, los cuales dependen de la escala, de la importancia de la cuenca para la región o para el país. También depende de las propuestas de desarrollo socioeconómico y ambiental a corto, mediano y largo plazo, y la prioridad de resolución de problemas que definan las autoridades gubernamentales a nivel local, regional y nacional.

2.4. ÁREAS DE PROTECCIÓN

"Son áreas protegidas, incluidas sus respectivas zonas de amortiguamiento, las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora y fauna silvestre, recursos conexos y sus interacciones naturales y culturales, que tengan alta significación por su función o sus valores genéticos, históricos, escénicos, recreativos, arqueológicos y protectores, de tal manera que se preserve el estado natural de las comunidades bióticas, de los fenómenos geomorfológicos únicos, de las fuentes y suministros de agua, de las cuencas críticas de los Ríos de las zonas protectoras de los suelos agrícolas, de tal modo de mantener opciones de desarrollo sostenible"⁶.

⁶ Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP). "Ley de Áreas Protegidas y sus Reformas". Decreto 04-89. p. 4.

2.4.1. SISTEMAS DE ÁREAS PROTEGIDAS

Fue en 1989 cuando el Congreso de la República de Guatemala emitió el Decreto 4-89 que declaró 44 lugares del país como áreas protegidas y creó, al mismo tiempo, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) con la obligación de establecer el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).

El SIGAP ya forma parte del Sistema Centroamericano de Áreas Protegidas (SICAP). Hasta 1997, se habían establecido, en Guatemala, 60 áreas protegidas declaradas. Otras 135 áreas se encuentran en fase de propuesta, y existe la iniciativa de implementar el sistema de corredores ecológicos. Con la nueva legislación de áreas protegidas, parte de los antiguos Parques Nacionales recibieron un reconocimiento para que pudieran cumplir una función ecológica. Se crearon nuevos parques y se integraron al SIGAP parques arqueológicos.

Además de estas categorías de manejo para las áreas protegidas, existen otras como: reserva biológica, reserva forestal, refugio de vida silvestre, reserva marina, reserva de la biósfera. La gran extensión de las áreas protegidas en la Región hace de este conjunto de áreas protegidas algo especial. El SIGAP se ha caracterizado por poseer un número elevado de áreas protegidas de extensiones reducidas, incapaces de sostener ecosistemas completos y población de flora y fauna viable.

2.4.1.1. ZONIFICACIÓN DENTRO DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS

Para lograr el desarrollo pleno de un área protegida es necesario contar con un plan de manejo de dicha área. Como parte de este manejo, el área protegida debe zonificarse para lograr el propósito deseado. Dentro de estas áreas se pueden mencionar:

- **Zona núcleo.** A nivel biológico, es una zona de gran importancia por su riqueza, tanto en la diversidad de ecosistemas y especies, como por ser el refugio de muchas especies bajo amenaza de extinción, fuentes de agua, variedad de flora y fauna.
- **Zona de uso sostenible.** Es la zona en la que se busca mantener la cobertura forestal actual, no permitiendo el cambio de uso de suelo dentro de la misma.
- **Zona intangible.** Es la zona sin intervención humana, excepto para uso ocasional científico, que no causa daño alguno. Su objetivo principal es la protección y preservación compuesta del recurso de la zona.
- **Zona primitiva.** Consiste en áreas que tienen un mínimo de intervención humana. Puede contener ecosistemas únicos, especies de flora y fauna o fenómenos naturales de valor científico que son relativamente resistentes y pueden tolerar un moderado uso público. Su objetivo principal es preservar el ambiente natural y facilitar la realización de estudios científicos, educación de medio ambiente y la recreación en forma primitiva.
- **Zona de uso extensivo.** Está catalogada como zona de transición entre los sitios de más densa concentración de público y las zonas sin acceso de vehículos motorizados. Su objetivo principal es mantener un ambiente natural, minimizando el impacto humano al recurso y facilitar el acceso y el uso público con fines de educación ambiental.
- **Zona de recuperación.** Es la zona de la sierra donde se logra recuperación de la cubierta forestal de las áreas de vocación forestal que se encuentran seriamente dañadas por el mal manejo.
- **Zona de uso especial o uso múltiple.** Son áreas de reducida extensión que se pueden utilizar para infraestructura turística o administrativa, su objetivo principal es de reducir el impacto sobre el ambiente natural.
- **Zona de uso intensivo.** Son aquellas áreas naturales intervenidas, donde se acepta la presencia de concentraciones de visitantes y facilidades, y en su topografía se pueden desarrollar ingresos de vehículo, instalaciones de apoyo y actividades recreativas.

2.5. ENERGÍA

2.5.1. TIPOS DE ENERGÍAS

Las fuentes o tipos de energía se pueden dividir en dos grandes subgrupos: permanentes (Renovables) y temporales (no Renovables).

2.5.1.1. RENOVABLES

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Ilustración 5. Fuentes de energía (ingreso energético): energías renovables.

					
Hidráulica: Obtenida de las corrientes de agua, de los Ríos.	Eólica: Producida por los vientos generados en la atmósfera terrestre.	Solar: Proveniente de la estrella más cercana a nuestro planeta: El Sol.	Geotérmica: Contenida también en el interior de la Tierra en forma de gases.	Biomasa: Compuestos orgánicos que sufren transformaciones químicas y biológicas.	Mareomotriz: Obtenida del movimiento de las mareas y las olas del mar.

Fuente: Elaboración propia.

2.5.1.2. NO RENOVABLES

Los combustibles fósiles son recursos no Renovables: no se puede reponer lo que se gasta. En algún momento se acabarán y tal vez sea necesario disponer de millones de años de evolución similar para contar nuevamente con ellos. Son aquellos cuyas reservas son limitadas y se agotan con el uso. Los principales son la energía nuclear y los combustibles fósiles (el petróleo, el gas natural y el carbón).

Ilustración 6. Fuentes de energía (capital energético): energías no renovables.

			
Petróleo: Es un aceite natural de origen mineral constituido por una mezcla de hidrocarburos.	Gas Natural: Mezcla de gases combustibles depositados en forma natural en el subsuelo de la Tierra.	Carbón: Combustible fósil, formado por la acumulación de vegetales durante el Periodo Carbonífero de la era Primaria de nuestro planeta.	Energía Nuclear: Producción de energía con la reacción de Fisión Nuclear (división de los núcleos atómicos pesados) y la reacción de Fusión Nuclear (unión de núcleos atómicos livianos).

Fuente: Elaboración propia.

2.5.2. LA ENERGÍA HIDRÁULICA

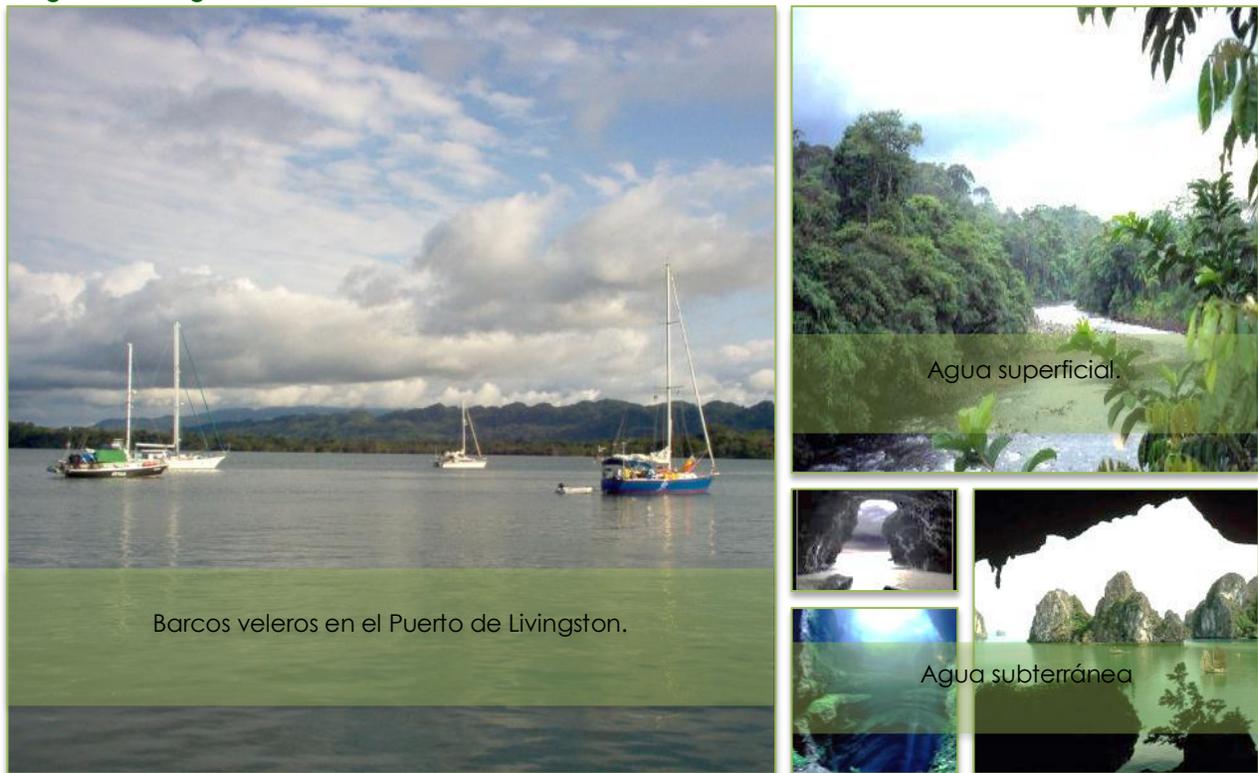
La energía hidráulica es la energía que se logra gracias a la fuerza del agua. Para obtenerla se deja caer el agua desde una determinada altura sobre unas turbinas o ruedas hidráulicas, produciendo un movimiento circular que se transforma en energía. Es una energía natural, inagotable y no contamina la atmósfera.

2.5.2.1. ¿DE DÓNDE PROCEDE?

2.5.2.1.1. AGUA

Antes de hablar de las obras hidráulicas y sus impactos al régimen fluvial, lo que se refiere a los cambios en la cantidad y calidad del agua en los ríos, lagos, etc., hay que acordar que todo esto se trata de Agua como tal y del proceso hidrológico del planeta Tierra. Y de muchas maneras, el agua es un líquido milagroso por sus características físico-químicas y es esencial para todos los organismos vivos de este planeta, por lo menos. Efectivamente, cada pozo o manantial, cada río y mar, provienen de la misma fuente. Por lo tanto, los cambios que suelen pasar en uno afectan no sólo a un río o lago, sino a todo el ciclo hidrológico.

Fotografía 2. El Agua.



Fuente: Elaboración propia.-

2.5.2.1.2. CICLO HIDROLÓGICO

La energía del agua es un aprovechamiento indirecto de la energía Solar, ya que tiene su origen en el Sol, su calor mueve el "motor" del ciclo del agua o ciclo hidrológico. El ciclo hidrológico está compuesto por una serie de procesos que causan que el agua se mueva entre las "reservas" imaginarias.

Las reservas más grandes, obviamente, son los océanos, que contienen aproximadamente un 97% del agua de la Tierra. El 3% restante es el agua dulce (tan importante para nuestra

sobrevivencia); de ésta, más del 98% representa el agua subterránea (descartando los glaciales) y sólo el 2% el agua superficial, visible en los ríos, arroyos, lagos y en la lluvia.

2.5.2.1.2.1. COMPORTAMIENTO DEL RECURSO HIDRÁULICO

El ciclo hidrológico o ciclo del agua es el proceso de circulación del agua entre los distintos compartimentos de la hidrosfera. Se trata de un ciclo biogeoquímico en el que hay una intervención mínima de reacciones químicas, y el agua solamente se traslada de unos lugares a otros o cambia de estado físico. El ciclo del agua tiene lugar en la tierra, tiene una interacción constante con el ecosistema debido a que los seres vivos dependen del agua para sobrevivir y ellos ayudan al funcionamiento del ciclo del agua y él depende de una atmósfera no contaminada y de un cierto grado de pureza del agua, porque con el agua contaminada se dificulta la evaporación y entorpece el ciclo. Los principales procesos implicados en el ciclo del Agua son:

- **Evaporación.** El agua se evapora en la superficie oceánica, sobre el terreno y también por los organismos, en el fenómeno de la evapotranspiración en plantas y sudoración en animales. Los seres vivos, especialmente las plantas, contribuyen con un 10% al agua que se incorpora a la atmósfera.
- **Condensación.** El agua en forma de vapor sube y se condensa formando las nubes.
- **Precipitación.** Es cuando el agua cae en forma de lluvia, rocío, nieve y granizo (cuando las gotas de agua de la lluvia se congelan en el aire) la gravedad determina la caída.
- **Escorrentía.** Agua que circula en la superficie, para llegar a los lagos, correr por los Ríos y finalmente desembocar al mar.
- **Infiltración.** Ocurre cuando el agua que alcanza el suelo, penetra a través de sus poros y pasa a ser subterránea. La proporción de agua que se infiltra y la que circula en superficie (escorrentía) depende de la permeabilidad del sustrato, de la pendiente y de la cobertura vegetal. Parte del agua infiltrada vuelve a la atmósfera por evaporación o, más aún, por la transpiración de las plantas, que la extraen con raíces más o menos extensas y profundas. Otra parte se incorpora a los acuíferos, niveles que contienen agua estancada o circulante. Parte del agua subterránea alcanza la superficie allí donde los acuíferos, por las circunstancias topográficas, interceptan la superficie del terreno.
- Por último se repite desde el primer paso.

Ilustración 7. El ciclo del agua.



Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.2. HISTORIA DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA

- Los egipcios, 3000 años a. C., fueron los primeros en aprovechar la energía del agua. Heródoto (historiador griego s. V a. C.) escribió: "Egipto es un regalo del Nilo".
- Los romanos usaban una rueda hidráulica denominada Molino Romano.
- En la Edad media se perfeccionó su funcionamiento y permitió el desarrollo de la industria textil y metalúrgica. En el siglo XIX se inventaron las turbinas. Cuya definición consiste en: "rueda dentada acoplada a una cañería". Descubrimientos en electricidad y electromagnetismo. Se comenzó a utilizar la energía hidráulica como fuente de energía eléctrica.

2.5.2.3. DESARROLLO DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

La primera central hidroeléctrica se construyó en 1880 en Northumberland, Gran Bretaña. El renacimiento de la energía hidráulica se produjo por el desarrollo del generador eléctrico, seguido del perfeccionamiento de la turbina hidráulica y debido al aumento de la demanda de electricidad a principios del siglo XX. En 1920, las centrales hidroeléctricas generaban ya una parte importante de la producción total de electricidad.

La tecnología de las principales instalaciones se ha mantenido igual durante el siglo XX. Las centrales dependen de un gran embalse de agua contenido por una presa. El caudal de agua se controla y se puede mantener casi constante. El agua se transporta por unos conductos o tuberías forzadas, controlados con válvulas y turbinas para adecuar el flujo de agua con respecto a la demanda de electricidad. El agua que entra en la turbina sale por los canales de descarga. Los generadores están situados justo encima de las turbinas y conectados con árboles verticales. El diseño de las turbinas depende del caudal de agua; las turbinas Francis se utilizan para caudales grandes y saltos medios y bajos, y las turbinas Peltón para grandes saltos y pequeños caudales.

Además de las centrales situadas en presas de contención, que dependen del embalse de grandes cantidades de agua, existen algunas centrales que se basan en la caída natural del agua, cuando el caudal es uniforme. Estas instalaciones se llaman de agua fluente. Una de ellas es la de las Cataratas del Niágara, situada en la frontera entre Estados Unidos y Canadá.

A principios de la década de los noventa, las primeras potencias productoras de hidroelectricidad eran Canadá y Estados Unidos.

Canadá obtiene un 60% de su electricidad de centrales hidráulicas. En todo el mundo, la hidroelectricidad representa aproximadamente la cuarta parte de la producción total de electricidad, y su importancia sigue en aumento.

Los países en los que constituye fuente de electricidad más importante son Noruega (99%), Zaire (97%) y Brasil (96%).

La central de Itaipú, en el Río Paraná, está situada entre Brasil y Paraguay; se inauguró en 1982 y tiene la mayor capacidad generadora del mundo.

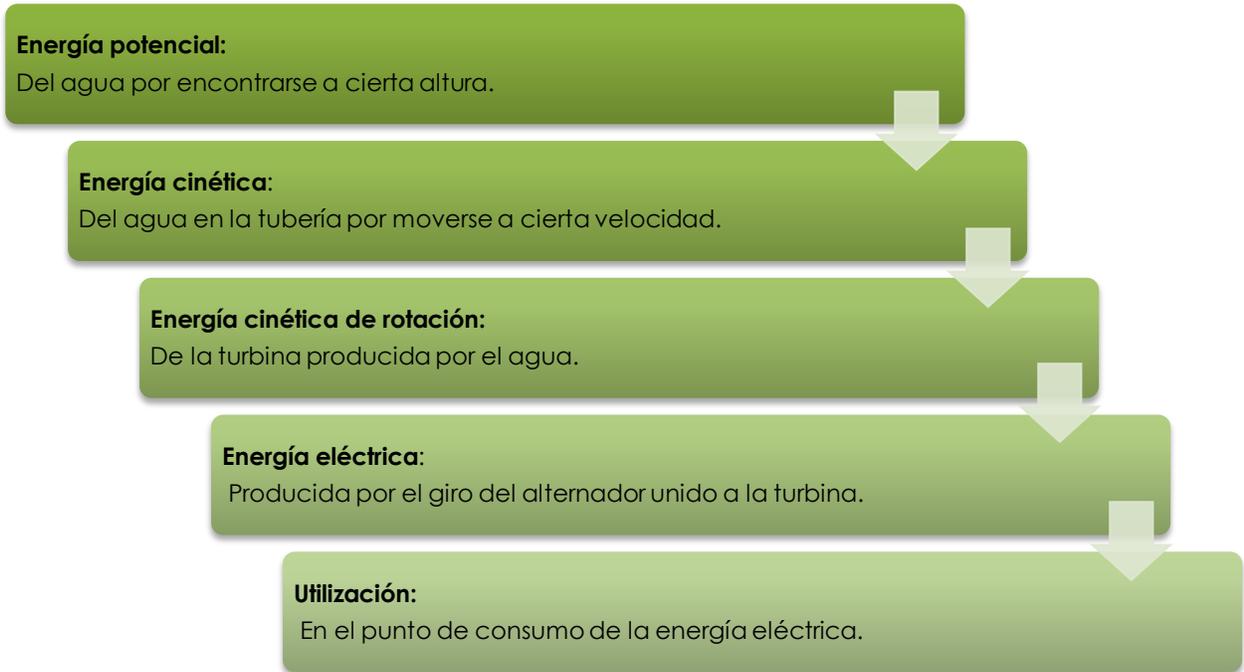
Fotografía 3. Presa de Itaipú.



Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.4. PROCESO ENERGÉTICO

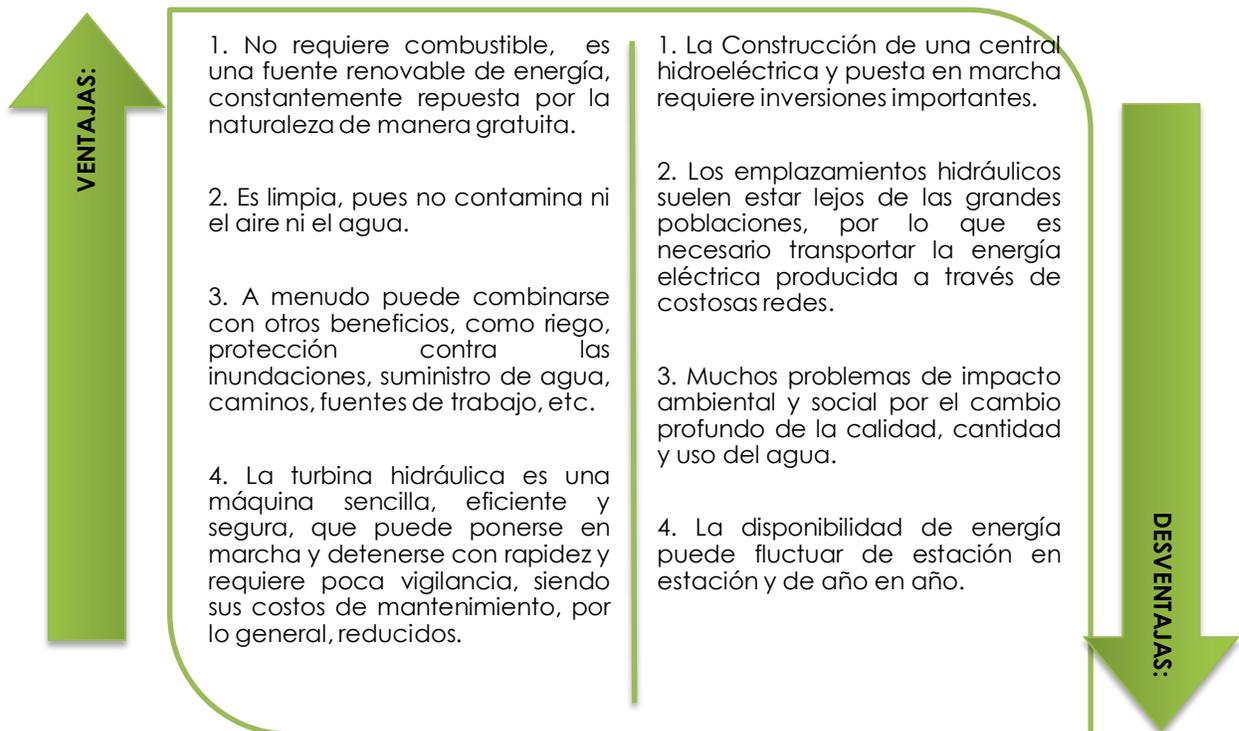
Esquema 2. Proceso energético.



Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Esquema 3. Ventajas y desventajas de la energía hidroeléctrica.



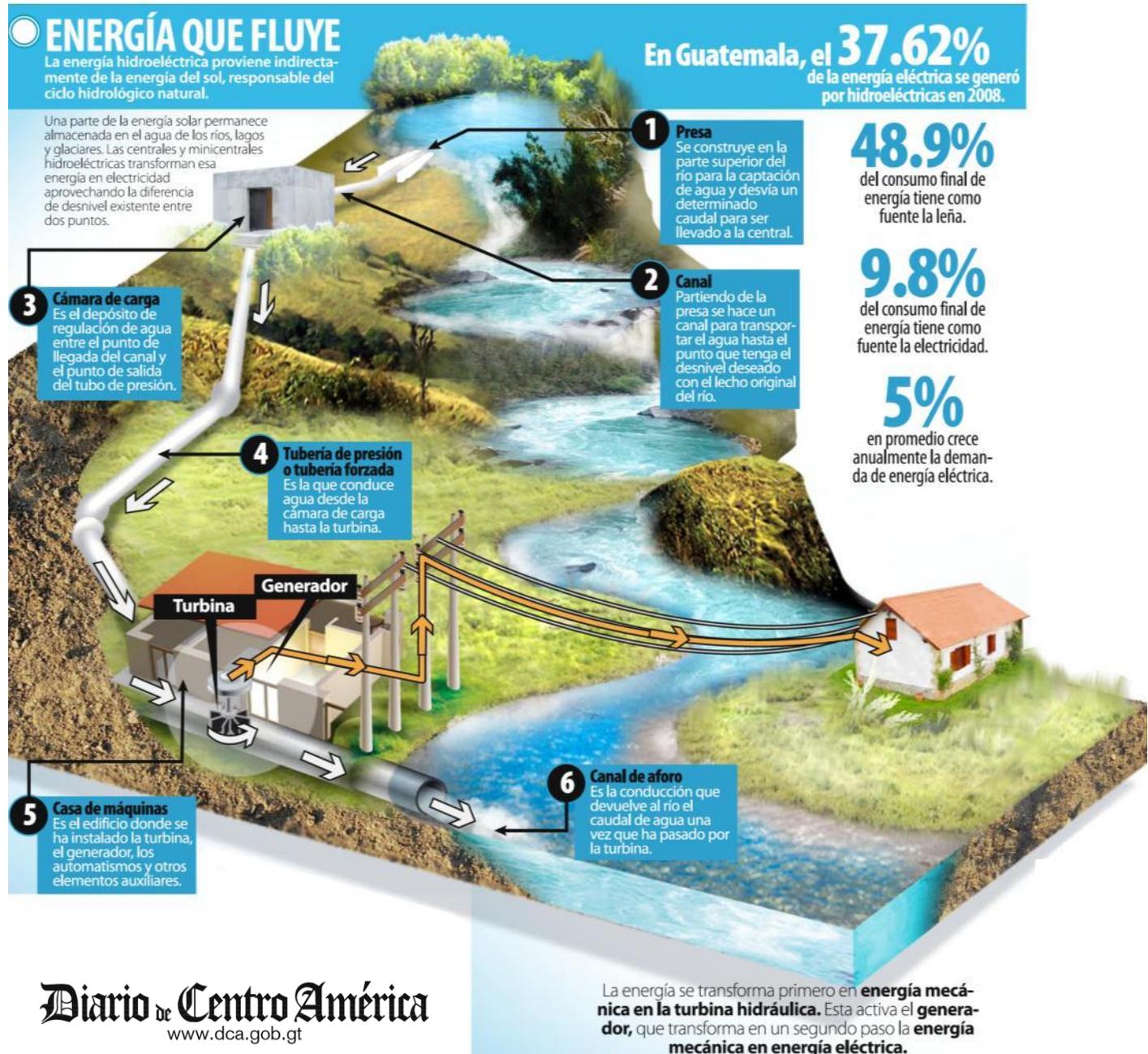
Fuente: Elaboración propia.

2.6. HIDROELÉCTRICAS

2.6.1. SU FUNCIONAMIENTO

La función de una central hidroeléctrica es utilizar la energía potencial del agua almacenada y convertirla, primero en energía mecánica y luego en eléctrica. Un sistema de captación de agua provoca un desnivel que origina una cierta energía potencial acumulada. El paso del agua por la turbina desarrolla en la misma un movimiento giratorio que acciona el alternador y produce la corriente eléctrica.

Ilustración 8. Funcionamiento de la una Central Hidroeléctrica.



2.6.2. PRINCIPALES COMPONENTES DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

2.6.2.1. PRESA

El primer elemento que se encuentra en una central hidroeléctrica es la presa o dique, que se encarga de contener el río y parar las aguas. Con estas construcciones se logra un determinado nivel del agua antes de la contención, y otro nivel diferente después de la misma. Ese desnivel se aprovecha para producir energía.

Una presa es una obra hidráulica construida en un cauce fluvial con el objetivo de almacenar agua para usos de:

- Riego.
- Control de avenidas (inundaciones).
- Uso diverso de población (abastecimiento de agua potable, creatividad, turismo, navegación, etc.).
- En este caso, la producción de energía eléctrica.

Hay que agregar que es indispensable que una presa sea diseñada para que soporte las fuerzas que se generan por la presión del agua, y para que impida filtraciones a lo largo de su estructura y en las superficies de contacto entre la estructura y el terreno natural adyacente. Además, la presa debe contar con obras complementarias que permitan el paso del agua que no se embalsa y con estructuras de toma para captar y entregar el agua embalsada a los usuarios del sistema.

2.6.2.1.1. TIPOS DE PRESAS

En la práctica se han desarrollado diferentes tipos de presas, y en cada caso particular de la construcción se selecciona el tipo de presa que mejor se acomode a las condiciones locales, tales como altura de la presa, acondicionamiento y facilidades de acceso de la zona, cimentación que se requiere, costo y transporte de materiales y seguridad.

Se puede clasificar muchos tipos de presas, según el material empleado en su construcción como:

- **Presas de materiales sueltos.** Son aquellas que se construyen con tierras, bien completamente con material impermeable o bien con un núcleo de material impermeable que se ejecuta en el interior de la misma o con una pantalla de material impermeable en el paramento aguas arriba de la misma.
- **Presas de hormigón.** Son las que se realizan fundamentalmente con hormigón con o sin armaduras de acero. Pueden trabajar por gravedad, cuando la presa es estable gracias a su propio peso, por un efecto de arco o por un efecto de bóveda, la presa tiene curvatura en el plano vertical y en el plano horizontal.

Las presas de hormigón son las más utilizadas y se puede a su vez clasificarlas en:

- **De gravedad.** Tienen un peso adecuado para contrarrestar el momento de vuelco que produce el agua.
- **De bóveda.** Necesita menos materiales que las de gravedad y se suelen utilizar en gargantas estrechas.

2.6.2.2. TANQUE DESARENADOR

El tanque desarenador generalmente es en donde se depositan los lodos y arena, para posteriormente devolverlos al río, por ello cuenta con vanos para compuerta de control de caudal, un canal de salida de azolves de desarenador, pantallas de concreto y rejas para el control de detritos.

2.6.2.3. OBRAS DE CONDUCCIÓN (CANALES O TUBERÍAS)

Se utilizan para conducir agua desde la presa hasta los tanques de compensación de la central.

2.6.2.4. TANQUE DE COMPENSACIÓN

Un tanque de compensación cuenta con una cámara de oscilación, la cual lleva un bloque de anclaje para transición de concreto a tubería más un MAN-HOLE (equipo que se utiliza para medir la velocidad), un ducto de aire con guarda niveles, y por lo general está construido con concreto reforzado.

2.6.2.5. TUBERÍA FORZADA

Generalmente es necesario hacer la entrada a las turbinas con conducción forzada siendo por ello preciso que exista una cámara de presión donde termina el canal y comienza la turbina. Las estructuras forzadas o de presión, suelen ser de acero con refuerzos regulares a lo largo de su longitud o de cemento armado, reforzado con espiras de hierro que deben estar ancladas al terreno mediante soleras adecuadas.

2.6.2.6. CASA DE MÁQUINAS

Es la construcción en donde se ubican las máquinas (turbinas, alternadores, etc.) y los elementos de regulación y comando.

2.6.2.7. TURBINAS HIDRÁULICAS

La turbina hidráulica es un elemento que aprovecha la energía cinética y potencial del agua y lo transforma en energía eléctrica mediante su rotación, con un rendimiento entre el 85% y el 90%. Se clasifican según su funcionamiento en;

Turbinas de acción:

- Aprovechan la velocidad del flujo del agua.
- Utilizan la altura del agua hasta el eje de la turbina.

Turbinas de reacción:

- Aprovechan la presión que le proporciona la corriente de agua.
- Utilizan la altura total hasta el nivel de desagüe.

Hay tres tipos principales de turbinas hidráulicas, el tipo más conveniente dependerá en cada caso del salto de agua y de la potencia de la turbina, a continuación se presentan con sus respectivas características:

Ilustración 9. Turbinas Peltón.



Este tipo turbina se emplea para saltos grandes y presiones elevadas.

Características:

1. Equilibrio dinámico.

2. Utilización de Alabes (palancas).

3. Mayor potencia por unidad.

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 10. Turbinas Francis.



Para saltos medianos se emplean las turbinas Francis, que son de reacción.

Características:

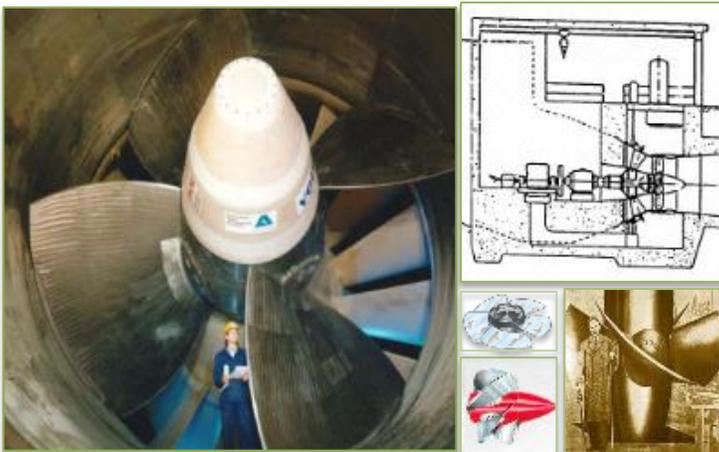
1. Alto rendimiento.

2. Décadas de servicio continuo.

3. Alta velocidad de giro.

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 11. Turbinas Kaplan.



Este tipo de turbina se emplea para saltos pequeños y grandes caudales.

Características:

1. Gran caudal.

2. Permiten elevadas velocidades.

3. Son menos voluminosas.

Fuente: Elaboración propia.

2.7. LEGISLACIÓN APLICABLE

2.7.1. A NIVEL NACIONAL

A continuación se presenta la Legislación General Guatemalteca para la Protección de los Recursos Naturales. El sistema jurídico de Guatemala está regido por la Constitución Política o Carta Magna. Existen otras leyes y reglamentos específicos que regulan las distintas actividades de los ciudadanos, las cuales se derivan del Sistema Jurídico Nacional.

2.7.1.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

Establece los derechos y obligaciones de los ciudadanos y el estado. Declara de interés Nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la nación. Garantiza la preservación y promoción de la cultura y sus manifestaciones; y, entre otras, la adopción de las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos en forma eficiente. Los artículos relacionados con la presente propuesta y el medio ambiente son:

En su sección de **Cultura**, el **artículo 64. Patrimonio natural**. Declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El **artículo 65. Preservación y promoción de la cultura**. En donde la actividad del Estado en cuanto a la preservación y promoción de la cultura y sus manifestaciones, estará a cargo de un órgano específico con presupuesto propio.

La sección de **Comunidades indígenas** en su **artículo 66. Protección a grupos étnicos**. En donde se manifiesta que el Estado reconoce, respeta y promueve sus formas de vida, costumbres, tradiciones, formas de organización social, el uso del traje indígena en hombres y mujeres, idiomas y dialectos.

La sección de **Salud, seguridad y asistencia social** en el **artículo 97. Medio ambiente y equilibrio ecológico**. Hace mención a que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio Nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación y mantenga el equilibrio ecológico.

Por último en la sección de **Régimen económico y social** el **artículo 119. Obligaciones del Estado**. Detalla en los incisos a y c específicamente las obligaciones fundamentales del Estado: Como promover el desarrollo económico de la Nación, estimulando la iniciativa en actividades agrícolas, pecuarias, industriales, turísticas y de otra naturaleza; y adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los Recursos Naturales en forma eficiente. El **artículos 125. Explotación de Recursos Naturales no Renovables**. En donde se declara de utilidad y necesidad públicas, la explotación técnica y racional de hidrocarburos, minerales y demás Recursos Naturales no Renovables. El **artículo 126. Reforestación**. Que declara de urgencia Nacional y de interés social, la reforestación del país y la conservación de los bosques. El **artículo 127. Régimen de aguas**. Donde menciona que todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. El **artículo 128. Aprovechamiento de aguas, lagos y ríos**. El aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos, que contribuya al desarrollo de la economía Nacional, está al servicio de la comunidad y no de persona particular alguna, pero los usuarios están obligados a reforestar las riberas y los cauces correspondientes, así como a facilitar las vías de acceso. El **artículo 129. Electrificación**. Que declara de urgencia Nacional, la electrificación del país, con base en planes formulados por el Estado y las municipalidades, en la cual podrá participar la iniciativa privada.

2.7.1.2. LEYES

Con fundamento en el ejercicio del **artículo 171** de la Constitución Política de Guatemala, que se refiere a **otras atribuciones del Congreso**, menciona: Corresponde también al Congreso: inciso a) Decretar, reformar y derogar las leyes, se presentan las siguientes que son específicas para la protección de los Recursos Naturales.

2.7.1.2.1. LEY DE ÁREAS PROTEGIDAS, DECRETO 4-89, AÑO 1989

Según la Constitución Política de la República de Guatemala, en su artículo 64, declara de interés Nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación y que mediante una ley específica se garantizará la creación y protección de parques Nacionales, reservas, los refugios naturales y la fauna y la flora que en ellos exista; por lo cual se decreta la **Ley de Áreas Protegidas**, Decreto 4-86, Reformado 18-89 Y 110-96. Los capítulos y artículos específicos de interés relacionados con la presente propuesta son:

Del capítulo **Principios Fundamentales**, el **artículo 1** (reformado por el artículo 1 del Decreto No. 110-96): Interés Nacional. El **artículo 2** (reformado por el artículo 2 del Decreto No. 110-96): Creación del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. Y por último, el **artículo 3**: Educación ambiental.

Del capítulo **De los Objetivos de esta Ley**, el **artículo 5** (reformado por el artículo 3 del Decreto No. 110-96): Objetivos Generales, en sus incisos **b**. Lograr la conservación de la diversidad biológica del país; y **d**. Defender y preservar el patrimonio natural de la nación.

Del capítulo **Conformación de las Áreas Protegidas**, el **artículo 7**: Áreas Protegidas. **Artículo 8**: Categorías de manejo. **Artículo 11** (reformado por el Artículo 6 del Decreto No. 110-96): Estudios de Áreas Protegidas. Y el **artículo 16**: Zona de amortiguamiento.

Del capítulo **Manejo de las Áreas Protegidas**, el **artículo 18** (reformado por el artículo 8 del Decreto No. 110-96): Planes Maestros y Operativos. **Artículo 19**: Concesiones. **Artículo 20** (reformado por el artículo 9 del Decreto No. 110-96): Actividades dentro de las Áreas Protegidas.

Del capítulo **Conservación de la Flora y Fauna Silvestre**, el **artículo 23**: Flora y fauna amenazadas. **Artículo 24**: Listados de especies amenazadas. **Artículo 25**: Convenio internacional. **Artículo 26**: Exportación de especies amenazadas. **Artículo 27**: Regulación de especies amenazadas. **Artículo 28**: (reformado por el artículo 1 del Decreto No. 18-89): Vedas. **Artículo 29**: Centro de rescate. Y el **artículo 30**: Introducción de plantas y animales.

En el capítulo **Disposiciones Especiales**, el **artículo 47**: Autorización para investigación. Y el **artículo 55**: Resguardo de los Recursos Naturales.

En el capítulo **Disposiciones Especiales**, el **artículo 58**: Turismo.

En el capítulo del **Consejo Nacional de Áreas Protegidas y su Secretaría Ejecutiva**, el **artículo 59**: Creación del consejo Nacional de áreas protegidas.

En el capítulo **del Consejo Nacional de Áreas Protegidas y su Secretaría Ejecutiva (DECRETO 4-89, SOBRE CONAP)**, el **artículo 62** (modificado por el Decreto 110-96 del Congreso de la República): Fines Del CONAP. Y el **artículo 75** (modificado por el Decreto 110-96 del Congreso de la República): Registros el CONAP.

Del capítulo **Faltas y delitos**, el **artículo 81** (reformado por el artículo 24 del Decreto No. 110-96): **De las faltas**. Y el **artículo 81bis** (reformado por el artículo 25 del Decreto No. 110-96): Atentado contra el Patrimonio Natural y Cultural de la Nación.

En el capítulo **Del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas**, el **artículo 90** (reformado por el artículo 32 del Decreto No. 110-96): Áreas de protección especial.

2.7.1.2.2. LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE, DECRETO 68-86, AÑO 1986

El Congreso de la República de Guatemala considera que la protección y mejoramiento del medio ambiente y los Recursos Naturales y culturales es fundamental para el logro de un desarrollo social y económico del país, y que en ausencia de un marco jurídico institucional que permita nombrar, asesorar, coordinar y aplicar la política nacional y las acciones tendientes a la prevención del deterioro ecológico y mejoramiento del Medio Ambiente, se hace necesario emitir el correspondiente instrumento legal para el logro de estos propósitos, por lo cual decreta la **Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente**. Esta establece en el **artículo 1** que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente. Posteriormente, el **artículo 8** plantea lo referente al estudio de evaluación del impacto ambiental, para todo proyecto o actividad que por sus características pudiesen afectar el entorno. Dicho estudio será realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión del Medio Ambiente. El **artículo 12** expone los objetivos de la ley, siendo de especial Interés los incisos a, c, g. El **artículo 13** establece que para efectos de la presente ley, el medio ambiente comprende: Los sistemas atmosféricos (aire); hídrico (agua); lítico (rocas y minerales); edáfico (suelos); biótico (animales y plantas); elementos audiovisuales y recursos naturales y culturales. Y el **artículo 20** contempla la creación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, la que dependerá directamente de la presidencia de la república. (Esta explica sus funciones).

2.7.1.2.3. LEY FORESTAL, DECRETO 70-89, AÑO 1990

Con fundamento en los Artículos 64, 97, 119 incisos a) y c), 126, 128 y en el ejercicio del 171 inciso a), todos de la Constitución Política de la República de Guatemala, por lo cual decreta la **Ley Forestal**, que en su **artículo 1. Objeto de la ley**. Declara de urgencia Nacional y de interés social la reforestación y la conservación de los bosques.

2.7.1.2.4. LEY GENERAL DE ELECTRICIDAD, DECRETO 93-96, AÑO 1996

Según el Gobierno se considera de urgencia nacional la electrificación del país, con base en planes formulados por el Estado y las municipalidades. Tal como se norma en la Constitución Política de la República de Guatemala en su **artículo 129. Electrificación**, y debido a que el Gobierno no cuenta con los recursos económico-financieros, para una empresa de tal magnitud, se hace necesaria la participación de inversionistas que apoyen la creación de las empresas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica y optimicen el crecimiento del subsector eléctrico, para satisfacer las necesidades sociales y productivas de los habitantes de la República, buscando mejorar el nivel de vida de todos los guatemaltecos, especialmente de los pobladores más pobres de las regiones del interior del país que actualmente no gozan de este servicio.

Por lo cual decreta la **Ley General de Electricidad** mediante los siguientes artículos: **Artículo 1**. En el cual menciona que la ley norma el desarrollo del conjunto de actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad. El **artículo 8**. Donde especifica que es libre la instalación de centrales generadoras, las cuales no requerirán de autorización de ente gubernamental alguno y sin más limitaciones que las que se den de la conservación del medio ambiente y de la protección a las personas, a sus derechos y a sus bienes. No obstante, para utilizar con estos fines los que sean bienes del Estado, se requerirá de la respectiva autorización del Ministerio, cuando la potencia de la central exceda de 5 MW. El Ministerio deberá resolver

sobre las solicitudes de las autorizaciones en un plazo de noventa (90) días contados a partir de la fecha en que se presenten las mismas, previo a que el solicitante haya cumplido con lo estipulado en el artículo 10 de esta ley y de acuerdo con lo que al respecto establece su reglamento. El **artículo 10**. Los proyectos de generación y transporte de energía eléctrica deberán de adjuntar evaluación de impacto ambiental, que se determinará a partir del estudio respectivo, el que deberá ser objeto de dictamen por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) dentro de un plazo no mayor de sesenta (60) días a partir de su recepción. En su dictamen el MARN definirá, en forma razonada, la aprobación o no aprobación del instrumento de evaluación presentado o, en su caso, la aprobación con recomendaciones, las que deberán cumplirse. El **artículo 11**. Para los estudios de proyectos de generación, transporte y distribución de electricidad que deban establecerse mediante autorización, se podrá otorgar autorización temporal por un plazo máximo de un (1) año, a solicitud de los interesados. El **artículo 12**. Cuando un recurso hidráulico se utilice en forma compartida para generar electricidad y para otros usos, o bien cuando se trate de dos o más aprovechamientos hidráulicos de energía eléctrica en el mismo cauce, el titular de la autorización del aprovechamiento deberá prever que no se afecte el ejercicio permanente de otros.

2.7.1.3. REGLAMENTOS

Las leyes referidas anteriormente cuentan con su respectiva reglamentación:

- a) Ley de Áreas Protegidas;
- b) Ley Forestal;
- c) Ley General de Electricidad.

2.7.1.4. APLICACIÓN DE LOS ASPECTOS JURÍDICOS

El Estado de Guatemala, a través de la Constitución Política de la República, garantiza el respeto a la identidad cultural y el fomento de la conservación y protección del Medio Ambiente. Las Leyes y Reglamentos anteriormente descritos obedecen a esta política, cuyo espíritu prevalece en la firma de tratados y/o convenios internacionales. Por lo tanto, puede afirmarse que existe el marco legal que respalda el desarrollo de la actividad de generación de energía por medio del agua, regulando la administración, planificación y ejecución de este tipo de proyectos; donde se garantiza el respeto y la conservación del patrimonio cultural y natural; y que a la vez permita el desarrollo del país en términos de desarrollo sostenible.

2.7.1.5. ENTIDADES QUE SE DEDICAN AL RESGUARDO DEL MEDIO AMBIENTE

2.7.1.5.1. DEFENSORES DE LA NATURALEZA



Es una organización privada no lucrativa, fundada en Guatemala en 1983, por un grupo de personas decididas a participar activamente por la conservación de la riqueza y diversidad biológica de nuestro país. El trabajo lo desarrolla a través de cuatro líneas de acción:

- El manejo de áreas silvestres.
- El desarrollo sostenible alrededor de las áreas silvestres.
- Educación ambiental.
- Legislación ambiental.

Actualmente, mediante los decretos 49-90 y 68-96 del Congreso de la República, así como por el Decreto Gubernativo 119-97, Defensores administrará la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, El Refugio de Vida Silvestre Bocas del Pochic y el Parque Nacional Naciones Unidas.

2.7.1.5.2. FONDO GUATEMALTECO DEL MEDIO AMBIENTE (FOGUAMA)

La misión central del fondo es apoyar en forma integral y multisectorial el financiamiento de proyectos de desarrollo ambiental sostenibles, que tiendan a la protección y uso racional de los Recursos Naturales y culturales de la nación para mejorar la calidad de vida de los guatemaltecos, y captar y canalizar, en forma coordinada, recursos Nacionales e Internacionales que tiendan a la protección y mejoramiento del medio ambiente en general.

2.7.1.5.3. INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES (INAB)



Surge como una entidad estatal, autónoma, descentralizada, con personalidad jurídica, patrimonio propio e independencia administrativa, y es creado como el órgano de dirección y la autoridad competente del sector público agrícola en materia forestal. Actualmente otorga incentivos forestales y promueve el desarrollo forestal sostenible.

a. A NIVEL INTERNACIONAL

2.7.2.1. ENTIDADES QUE SE DEDICAN AL RESGUARDO DEL MEDIO AMBIENTE

2.7.2.1.1. FONDO MUNDIAL PARA LA NATURALEZA



World Wide Fund for Nature (WWF) es la más grande organización conservacionista independiente del mundo, organización Internacional de voluntarios dedicada al cuidado y conservación del mundo vivo natural. Fundado en Zurich (Suiza) en 1961, se llamó en un principio Fondo Mundial para la Vida Salvaje. Sus objetivos son impedir la degradación del medio ambiente a través de un desarrollo sostenible, la conservación de los Recursos Naturales y el mantenimiento de la diversidad biológica. La labor del WWF contribuye a poner de relieve importantes cuestiones medio-ambientales, como el calentamiento global, la contaminación marina, la construcción de carreteras, los residuos tóxicos, el desarrollo urbanístico, la sobreexplotación de los Recursos Naturales y el daño que todo esto puede infligir a la vida en la Tierra. La organización hace particular hincapié en una labor educativa, con el fin de conseguir que niños y adultos estén bien informados sobre el medio ambiente e influir en las decisiones nacionales e internacionales para que se adopten políticas pertinentes y respetuosas con el entorno.

2.7.2.1.2. PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD)



Organismo establecido en 1972 por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para promover la cooperación internacional en materia medioambiental. Se ocupa del seguimiento constante del entorno, enmarcado en un programa conocido como Vigilancia de la Tierra, es financiada por la ONU. Sus recursos se utilizan para poner en marcha programas, que a su vez consiguen fondos procedentes de otras fuentes, como gobiernos y agencias medioambientales. Trabaja en estrecha colaboración con otros organismos de la ONU, en especial con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), y coopera con más de 6,000 organizaciones no gubernamentales que se ocupan del Medio Ambiente, la sede de la organización se halla en Nairobi (Kenia)⁷.

⁷ Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)," Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2000. © 1993-1999 Microsoft Corporation.

2.7.2.1.3. AMIGOS DE LA TIERRA



Amigos de la Tierra es una asociación ecologista con la misión de fomentar el cambio local y global hacia una sociedad respetuosa con el Medio Ambiente, justa y solidaria. Destaca por el trabajo desarrollado en la construcción de una ciudadanía social y ambientalmente comprometida, en el marco de una activa participación en la federación de Amigos de la Tierra Internacional, con más de un millón de socios en 76 países de los cinco continentes⁸. Su sede central se encuentra en Amsterdam (Países Bajos). Sus campañas incluyen una creciente concienciación sobre la contaminación del aire y el agua, el daño en la capa de ozono, el cambio climático, el riesgo nuclear, la deforestación y la vida marina en peligro de extinción.

2.7.2.2. TRATADOS

2.7.2.2.1. CUMBRE DE LA TIERRA



CUMBRE
DE LA
TIERRA

Las Conferencias de Naciones Unidas sobre el Medio ambiente y el Desarrollo, también conocidas como las Cumbres de la Tierra, fueron unas cumbres internacionales sin precedentes que tuvieron lugar en Estocolmo, Suecia del 5 al 16 de junio de 1972, Río de Janeiro, Brasil del 2 de junio al 13 de junio de 1992 y en Johannesburgo, África del 23 de agosto al 5 de septiembre del 2002.

Cumbre de la Tierra de Estocolmo. Fue la primera gran conferencia de la ONU sobre cuestiones ambientales internacionales, y marcó un punto de inflexión en el desarrollo de la política internacional del medio ambiente⁹.

Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro. Reunió a 125 llamados Jefes de Estado y de Gobierno y a 178 países. Maurice Strong, fue el secretario general. Aproximadamente 400 representantes de Organizaciones No Gubernamentales (ONG) estuvieron presentes, mientras que más de 17,000 personas asistieron al Foro de ONG celebrado paralelamente a la Cumbre.

Cumbre de la Tierra de Johannesburgo. Con la asistencia de más de un centenar de Jefes de Estado y de alrededor de 60,000 personas, incluidos los delegados, los representantes de ONG, los periodistas y las empresas. Este encuentro pretendía ofrecer un discurso ecologista como parte de la labor de concienciación sobre la importancia del desarrollo sostenible, para que todas las personas puedan satisfacer sus necesidades presentes y futuras, sin dañar el medio ambiente. Se constituyó como un instrumento de coordinación entre distintos actores de la sociedad internacional con el propósito de incentivar a la población internacional, y que la protección ambiental fuese compatible con el crecimiento económico y el desarrollo social, mediante la suma de los esfuerzos y de las capacidades de las partes involucradas.

⁸ <http://www.tierra.org>

⁹ John Baylis, Steve Smith. 2005. La globalización de la política mundial (3ª ed). Oxford. Oxford University Press. P.454-455

2.7.2.2.2. AGENDA 21: LA CUMBRE DE RÍO

“En 1991, la Asamblea General de las Naciones Unidas apeló para que se llevara a cabo una reunión global sobre el Desarrollo Sostenible. La reunión debía ingeniar estrategias integradas que pudiesen parar o revertir el impacto negativo del comportamiento humano sobre el medio ambiente físico y promover el desarrollo económico ambientalmente sustentable en todos los países”. Producto de este llamamiento, en junio de 1992 fue celebrada la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, denominada “Cumbre de Río, en Río de Janeiro, Brasil. Entre los resultados de la cumbre se encuentra un documento titulado:

“Agenda 21: Un programa de acción para el desarrollo sustentable”

La Agenda 21 presenta un plan de acción para esfuerzos globales dirigidos a lograr el desarrollo sustentable, esfuerzos que integran aspectos tanto de conservación de la naturaleza como de desarrollo socioeconómico, en un esfuerzo por asegurar la viabilidad futura de los Recursos Naturales y el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones humanas.

La Agenda 21 aprobada por más de 178 gobiernos en la Cumbre de Río, constituye un programa detallado de acciones a ser tomadas por gobiernos, organizaciones de las Naciones Unidas, agencias de desarrollo, organizaciones no gubernamentales y grupos de sectores independientes, en cada área en la cual la actividad humana impacta al Medio Ambiente.

El plan de la Agenda 21 detalla objetivos y estrategias de implementación para una serie de áreas-programa, asuntos específicos relacionados al desarrollo sustentable, tales como combate a la pobreza, promoción de agricultura y desarrollo rural sustentables, integrar la conservación de la naturaleza y desarrollo económico a la toma de decisiones, etc.

El documento manifiesta que la implementación de acciones es responsabilidad de los gobiernos soberanos, la Agenda 21 promueve mayor cooperación entre gobiernos y otros sectores de la sociedad, incluyendo organizaciones no gubernamentales, instituciones de sectores independientes y el público en general, con el fin de lograr un desarrollo sustentable a nivel global.

El concepto de sustentabilidad planteado en la declaración de Río de 1992 incluyó tres objetivos básicos a cumplir:

- **Ecológicos.** Que representan el estado natural (físico) de los ecosistemas, los que no deben ser degradados, sino mantener sus características principales, las cuales son esenciales para su supervivencia a largo plazo.
- **Sociales.** Los beneficios y costos deben distribuirse equitativamente entre los distintos grupos, etc.
- **Económicos.** Debe promoverse una economía productiva auxiliada por el know-how de la infraestructura moderna, la que debe proporcionar los ingresos suficientes para garantizar la continuidad en el manejo sostenible de los recursos.

2.7.2.2.3. LA ALIANZA CENTROAMERICANA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE (ALIDES)



A nivel centroamericano se tomó conciencia el 20 de agosto de 1994, mediante la subscripción de los presidentes centroamericanos en Costa Rica a la declaración de Guácimo, en la cual se comprometen a profundizar en la ALIDES, y presentarla al mundo como tesis centroamericana, en la cumbre ecológica para el Desarrollo Sostenible, celebrada en Managua, Nicaragua, en la cual asume como principios basados en los acuerdos de la Comisión Mundial Sobre el Medio Ambiente:

- El respeto a la vida en todas sus expresiones.
- El mejoramiento de la calidad de la vida humana.
- El respeto y el aprovechamiento de la vitalidad y diversidad de la tierra de manera sostenible.
- La promoción de la paz y la democracia como formas básicas de convivencia humana.
- El respeto a la pluriculturalidad y diversidad étnica de la región.
- El logro de mayores grados de interacción económica entre los países de la región y de estos con el resto del mundo.
- La responsabilidad intergeneracional con el desarrollo sostenible.

2.7.2.2.4. ESTRATEGIAS PARA EL FUTURO DE LA VIDA: CUIDAR LA TIERRA

Documento presentado en forma conjunta por la Unión Mundial para la Conservación de las Naturaleza (UICN), el WWF y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en el que destacan lineamientos para lograr una sociedad desarrollada en términos del desarrollo sostenible¹⁰.

¹⁰ Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) "Enfoque sobre el desarrollo soatenible".



CAPÍTULO
Contexto

3

Plan de manejo ambiental
subcuenca sumache

3. CONTEXTO

3.1. IZABAL

Izabal es el único departamento que comunica al país con el océano Atlántico o mar Caribe.

Mapa 1. Macro- y microlocalización.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.1. HISTORIA

En lo que respecta a la etimología del conocido Golfo Dulce, Fuentes y Guzmán indicó que le vino el nombre de lo dulce de sus aguas.

Sin embargo, puede indicarse por ahora que con toda probabilidad Izabal proviene del vasco o vascuence, en cuyo idioma zabal equivale a ancho, para lo cual es preciso recordar que los miembros del real Consulado de Comercio en su mayoría eran vascos, o sus descendientes.

Por el año de 1803, según documentos que se encuentran en el Archivo General de Centroamérica, apareció el primer reglamento para embarques y desembarques del Real Consulado, en que se mencionó a Izabal. Documentos de unos treinta años posteriores y subsiguientes, como en el mapa de Rivera Maestre de 1831, ya aparece con el nombre de Izabal.

3.1.1.1. FIESTAS TITULARES

- San José (Morales) 19 de marzo.

- La Santa Cruz (Los Amates) 3 de Mayo.
- San Isidro Labrador (Puerto Barrios) 15 de Mayo.
- San Isidro Labrador (Livingston) 15 de Mayo.
- San Pedro Apóstol (El Estor) 29 de Junio.
- San Isidro Labrador (Puerto Barrios) 19 de Julio.
- Día del Garífuna (Livingston) 26 de Noviembre.
- Santos Inocentes (Livingston) 24 de Diciembre.

3.1.2. DIVISIÓN POLÍTICA - ADMINISTRATIVA

Consta de 5 municipios: Puerto Barrios (cabecera departamental), El Estor, Livingston, Los Amates y Morales.

Mapa 2. Departamento de Izabal.

3.1.3. EXTENSIÓN

El departamento de Izabal, con una superficie de 9,038 km², tiene como cabecera departamental la ciudad de Puerto Barrios.

Sus límites son: al norte con del departamento de Petén, Belice y el mar Caribe; al este la República de Honduras; al sur con el departamento de Zacapa; y al oeste con Alta Verapaz.

Su clima es en general cálido con fuertes lluvias durante el invierno.

Su suelo es variado, lo cruzan varias sierras por lo que cuenta con elevaciones, valles bajos, fértiles y cálidos.

No cuenta con volcanes.

Su topografía es variada, aunque las alturas de las cabeceras apenas oscilan entre los 0,67 msnm en Puerto Barrios, 1,65 en El Estor, 4,0 en Morales y 77 en Los Amates. Tiene también alturas considerables en las montañas y las sierras que se elevan hasta unos 2,000 msnm.

Su Orografía:

1. **Lago.** De Izabal.
2. **Montañas.** Del Mico.
3. **Cerros.** San Gil.
4. **Ríos de mayor importancia.** Motagua, Polochic, Dulce, Sarstún y Sumache (importancia para el proyecto de graduación).
5. **Bahías.** Amatique, Santo Tomás de Castilla, La Graciosa.
6. **Sierras.** De las Minas, Merendón y Santa Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.4. TURISMO

El municipio de Livingston, por su paisaje, arqueología y ambiente caribeño, cuenta con los mejores lugares de atracción turística en el ámbito Nacional, lo que constituye una fuente de ingreso para sus pobladores a través del renacimiento de la economía dentro de la industria del Ecoturismo, para lo cual la ubicación geográfica se presta.

3.1.4.1. SISTEMA TURÍSTICO DE GUATEMALA

Se ha desarrollado con mayor fuerza en las últimas tres décadas y su importancia radica en su potencial para captar divisas, generar empleos, contribuir al desarrollo regional, proteger el recurso natural y fortalecer la identidad cultural; además de guardar estrecha relación con otros sectores, tales como, comercio, construcción, transportes, comunicaciones y artesanías, entre otros.

Guatemala es un país poseedor de una amplia riqueza natural y cultural, debido a su posición geográfica, que es de transición entre el norte y el sur, lo cual genera una variedad de microclimas, con un potencial de flora y fauna y desarrollo de una gran cantidad de cultivos para consumo nacional e internacional. En el ámbito cultural, Guatemala sobresale a nivel mundial por ser la cuna de la civilización maya, comparable con Egipto o Grecia. Todos los departamentos del país poseen vestigios arqueológicos, sumando 83,511 sitios localizados y un sin número de sitios aun no descubiertos. Existen sitios arqueológicos declarados como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1979, los cuales son: Tikal, Quiriguá y Abaj Takalik.

Otro aspecto cultural muy importante es la presencia de culturas indígenas vivas. Guatemala, México y Perú son los únicos países americanos que cuentan con una cultura indígena que ocupa un lugar principal dentro de la población nacional. Nuestro país posee una riqueza étnica, donde los indígenas forman un 54% de la población total, los mestizos el 43% y los blancos, solamente el 3% y adicionalmente existe un pequeño grupo de raza negra. También se hablan una gran variedad de idiomas, de los cuales 21 son de origen maya y el Garífuna de origen caribeño. Esta impresionante combinación hace que Guatemala sea un país único e ideal para la explotación de la actividad recreacional y para el desarrollo a gran escala del Turismo, que en la década de 1980, era la principal actividad generadora de divisas, pero con el recrudescimiento de la violencia de los años comprendidos entre 1978 y 1984, el turismo se desplomó.

En la década de los 90 resurge como una industria que puede llegar a significar un fuerte dinamismo en el siglo XX¹², a través de nuevas modalidades como el Ecoturismo y el Agroturismo a escala mundial.

Estudios del Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT) indican que a través de una buena planificación y estrategias para el desarrollo de este sistema producto, podría producirse del turismo una buena forma de ecodesarrollo. Pero para que el turismo se desarrolle plena y equilibradamente, tiene que contar con 4 bases:

1. Los recursos turísticos (arqueológicos, culturales y naturales).
2. La infraestructura y servicios turísticos.
3. La integración de las comunidades circundantes.
4. La publicidad.

¹¹ INGUAT, "El Agroturismo, otra alternativa para el eco-desarrollo", P. 5

¹² Naciones Unidas. "Los Contrastes del desarrollo humano", P. 95

Es por ello que desde 1992, el INGUAT ha incorporado entre sus actividades el impulso al desarrollo turístico sostenible, y capacita operadores y empresarios turísticos con sensibilidad a los valores naturales, culturales y a la fragilidad y capacidad soporte de los recursos turísticos del país, buscando promover un turismo selectivo, estimular el desarrollo sustentable intentando conservar y proteger los principales ecosistemas mediante el turismo ecológico, cultural y otros de gran potencialidad.

A largo plazo también promueve la ampliación y mejora de la infraestructura y la planta turística. Sus programas comprenden: Administración de recursos, desarrollo de productos de mercadeo y operaciones turísticas.

En la temática específica del patrimonio cultural, se propone, mediante convenios con el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON), la implementación de los biotopos Chocón Machacas, Cerro Cahuí, así como el desarrollo de la playa pública de Panajachel entre otros.

Con la integración de la participación comunitaria recomendada por ALIDES, a través de las propuestas de ecodesarrollo, se podría decir que Guatemala posee las bases necesarias para el fomento del turismo a gran escala.

El sistema turístico nacional está subdividido en dependencias de la administración pública y organizaciones privadas, a las cuales se les denomina "Superestructura del sistema turístico, cuya función es controlar la eficiencia del sistema, vigilando el funcionamiento e interrelación de sus partes"¹³.

En Guatemala, el turismo está dirigido por el INGUAT, que consta de estrategias de planificación, para lo cual se ha logrado definir territorialmente las distintas opciones de turismo para definir estrategias. Por ello se ha dividido al país en 7 áreas a las que ha denominado Sistema Producto, las cuales se han clasificado de acuerdo a sus atractivos potenciales turísticos, siendo estos:

Ilustración 12. Localización de los sistemas turísticos definidos por el INGUAT.

1. Guatemala Moderna y Colonial (Guatemala y Sacatepéquez).
2. Guatemala por descubrir (Chiquimula, Zacapa, El Progreso, Jalapa y el norte de Jutiapa y Santa Rosa).
3. Aventuras en el mundo Maya (Petén).
4. Paraíso natural (Alta y Baja Verapaz).
5. **Un Caribe diferente (Izabal).**
6. Altiplano Indígena vivo (Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá).
7. Costa del Pacífico (Suchitepéquez, Retalhuleu, Escuintla, y el Sur de Jutiapa y Santa Rosa).



Los atractivos naturales forman parte de un espacio físico determinado, que al ser visitado requiere de la prestación de servicios de apoyo como: Hoteles, restaurantes, agencias de viaje, etc. Lo que lo ubica en el sector terciario y específicamente servicios. En el sistema turístico Un Caribe Diferente se explotan los siguientes elementos:

Fuente: Elaboración propia con base en INGUAT, 1996.

¹³ BOULLON, Roberto C. "Planificación del Espacio Turístico". 1998

Ilustración 13. Un Caribe diferente.



Fuente: Elaboración propia con base en INGUAT, 1996.

“Siendo esto lo que determina el nombre Diferente, ya que se sale de la oferta tradicional del resto del país y por tener características particulares en comparación con los países caribeños”¹⁴.

3.1.4.2. SITIOS TURÍSTICOS PRINCIPALES DE RECREACIÓN E INTERÉS

El municipio de Livingston cuenta con bellos lugares de recreación entre los que se encuentran:

Mapa 3. Sitios turísticos de interés.

Parque Ecológico Nacional Río Dulce: Se encuentra ubicado dentro de una vasta región que siempre se ha caracterizado por una riqueza natural envidiable y de gran atracción a nivel Nacional e Internacional. El recorrido a los sitios turísticos se hace por agua, por medio de lanchas y otros a pie.

Castillo San Felipe de Lara: Consta con bella grama para descanso, piscina restaurante y la vista maravillosa al majestuoso lago de Izabal, puesto que está ubicado a orillas del mismo.

Biotopo para la Conservación del Manatí “Chocón Machacas”: Se funde con el Parque Nacional Río Dulce en la ribera norte de El Golfete. Estos están formados por cuatro



Fuente: Elaboración propia.

¹⁴ INGUAT. “Desarrollo turístico sustentable hacia el año 2005”, p. 25

lagunas: laguna Salvador, laguna Calix, laguna Negra y laguna Escondida; dos Ríos: Chocón Machacas y el Ciénaga, y siete criques o Ríos menores.

Los Siete Altares: Está ubicado aproximadamente a 3 km del casco urbano, consta de una bellísima vegetación.

La Gloria: Está ubicado en el camino que conduce a la aldea La Ciénaga, posee un montículo oblongo de 8 metros de altura. Su relleno está fabricado con tierra y algunas piedras de río. Existen 9 montículos alrededor de la plaza central, todos orientados de este a oeste. Hacia el oeste de la Ciénaga, a lo largo de un kilómetro, se encuentran otros montículos ocultos.

Río Tatín: En el lado norte de Río Dulce, entre Livingston y el Golfete. Cuenta con pequeñas cataratas y piscinas naturales entre un bosque tropical casi intacto.

Punta Caimanes: Está ubicado en la vía que conduce al legendario Castillo de San Felipe de Lara - Río Dulce, a inmediaciones del majestuoso Lago de Izabal.

Ilustración 14. Sitios turísticos de interés.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.4.3. ACTIVIDAD TURÍSTICA

La convergencia de grupos étnicos distintos ha hecho de este lugar un sitio de mucho colorido folklórico, en el que la población Garífuna aporta mucha riqueza, tanto con sus artesanías como con sus bailes. Es importante que el día 18 de mayo de 2001 la UNESCO declaró, a través de su director general Koichiro Matura en la sede de la Organización en París, a la comunidad Garífuna (en su totalidad) como Obra Maestra del Patrimonio Oral e Inmaterial de la Humanidad, reconociendo su música, danzas y lengua.

Este patrimonio incluye todo espacio cultural, físico o temporal y toda forma de expresión cultural, artesanía, idioma, literatura oral, música, danza, juego, rito e indumentaria. Además de la medicina tradicional, arte culinario y habilidades especiales relacionadas con la arquitectura y otras partes. En el año de 1977 se adoptó la Declaración de Política Lingüística de la Nación Garífuna, con el fin de que los países de Guatemala, Belice, Honduras y Nicaragua (asentamiento de la cultura Garífuna) reconocieran su lengua y su cultura.

3.1.5. COMERCIO

En lo que se refiere a este aspecto no se cuenta con los recursos necesarios para poder vender lo que se produce en un precio justo, debido a que la mayoría de personas no tiene cómo transportar sus cosechas a otro lugar para venderlas a un mejor precio, por lo mismo deben conformarse con lo que les llegan a ofrecer a sus casas o cuando van a vender al casco urbano, implicando esto que no se aprovecha al máximo, por la misma situación las personas

deben vender sus cosechas en sus propias comunidades, conformándose con lo que les quieran pagar los compradores.

Sobre las actividades productivas en el Área Rural, un 50% de personas trabajan en sus propios terrenos, en consecuencia, el 50% restante tiene que pagar por arrendamiento de los terrenos. Este pago lo hacen por medio de dinero, por mano de obra o productos que cosechan como lo son: maíz, frijol y arroz.

Para recolectar sus cosechas ellos lo hacen a través de la mano de obra, y para transportarlos a sus hogares o a los lugares donde tienen que venderlos lo hacen algunos en bestias y los que no tienen lo hacen en el hombro. En el caso de Río Dulce Fronteras ya utilizan carros en su mayoría de aldeas, pues el lugar lo permite al acceso del mismo.

En algunos casos las personas también venden animales de crianza como: gallinas, cerdos y algunos de caza. Para comercializar sus productos las personas del área rural tienen que viajar a la cabecera municipal o raras veces entran camiones a comprar el producto hasta las comunidades.

3.1.6. INFRAESTRUCTURA ECONÓMICA

3.1.6.1. CARRETERAS

El acceso a la cabecera municipal y sus diferentes comunidades es a través de carreteras de terracería, asfaltada y lacustre, teniendo como principales ingresos desde Puerto Barrios hacia la cabecera municipal. El municipio de Livingston cuenta con la carretera CA-13, iniciando por la aldea la ruidosa hacia la ruta al Petén, la cual sirve como medio de comunicación alterna con varias comunidades para el comercio y la industria.

3.1.6.2. MUELLE

El municipio de Livingston cuenta con dos muelles municipales, uno en la cabecera municipal y el otro en aldea Fronteras Río Dulce. Algunas personas particulares cuentan también con muelles privados para uso personal y en algunos casos para alquiler o para reparaciones de embarcaciones. Cabe mencionar que el primer muelle municipal se construyó 1894 por la compañía Andersón & Owen, siendo el jefe político en ese año el señor Salvador Polanco; el segundo muelle municipal se construyó en el periodo de gobierno del señor Valerio Isaguirre inaugurado en el año 1921; en la actualidad se cuenta con un muelle de concreto reforzado.

3.1.6.3. TRANSPORTE

La cabecera municipal de Livingston cuenta con diferentes tipos de transporte: Lanchas colectivas que viajan de Livingston a Puerto Barrios y viceversa, saliendo a las 6:30 de la mañana y regresando sin horarios establecidos hasta que el número de pasajeros llene el cupo limitado, dependiendo del tamaño de las lanchas. Los barcos de pasajeros cuentan con los siguientes horarios:

- De Livingston a Puerto Barrios de 5:00 AM y 2:00 PM.
- De Puerto Barrios a Livingston de 10:30 AM y 5:00 PM.

En La Aldea de Fronteras existen tres líneas de transporte extraurbano que prestan sus servicios, entre las que se puede mencionar:

- Línea Dorada.

- Líneas Terrestres de Guatemala, la cual cuenta con diferentes horarios establecidos.
- Transportes Ruleteros, que prestan sus servicios de transportes colectivos dentro y fuera de la Aldea.
- Lanchas Colectivas, que prestan sus servicios al turismo viajes colectivos.
- Transportes Fuente del Norte.

3.1.6.4. PISTAS DE ATERRIZAJE

En años anteriores existía una pista de aterrizaje en la cabecera municipal, en el barrio La Pista, pero el incremento poblacional dio lugar a que se ampliara la cobertura de servicio del barrio Campo Amor hacia las demás comunidades del área rural.

3.1.6.5. TRANSPORTE DE MERCADERÍA

La mercadería que se transporta a la cabecera municipal lo realizan barcos de carga que viajan los días martes y jueves. En lo que al área rural se refiere, se transporta en vehículos terrestres o acuáticos particulares o de carga que brinda este servicio; o en algunos casos, los mismos comerciantes viajan a comprar o vender sus productos.

3.1.6.6. MERCADO

El municipio de Livingston en la actualidad no cuenta con mercado, según cuentan los pobladores; el lugar donde se encuentra actualmente la Municipalidad era donde estaba ubicado el antiguo mercado. Los días martes y sábado son los días de plaza en la cabecera Municipal.

3.2. LIVINGSTON

3.2.1. HISTORIA

La región que ocupa el municipio de Livingston estuvo ocupada por grupos étnicos de origen maya.

Nito fue el depósito y puerto más importante de la faja norte de Guatemala, se ubicó en la desembocadura del Río Dulce. Por allí pasaba todo el comercio que se canalizaba hacia el lago de Izabal y las tierras que seguía la ruta del valle del Motagua.

Hasta hoy se conoce la localización exacta de Nito, pero se encuentra clasificado como sitio arqueológico prehispánico del caserío San Gil, de la aldea Cayo Quemado del municipio de Livingston.

En el año 1802 arriba al lugar situado al oeste de la desembocadura de Río Dulce un bergantín procedente de la isla de Rohatán en Honduras, tripulado por Marcos Sánchez Díaz, originario de Haití; acompañado de una tripulación de raza negra. Por falta de víveres y materiales de defensa, se vieron obligados a trasladarse a Punta Gorda Belice por algún tiempo.

Históricamente Livingston fue fundado el 26 de noviembre de 1831. Manuel Pineda Mont, en su recopilación de Leyes (1869), hace figurar a Marcos Sánchez Díaz como el fundador del actual Livingston. El primer alcalde fue el señor Valerio Isaguirre; él y el señor Domingo Flores fueron quienes trajeron la primera planta eléctrica, los cuales fueron nombrados con honor y confianza, por consiguiente su trabajo fue AD HONOREM. A partir del año 1935 con la llegada al

poder del General Jorge Ubico se elige de manera Democrática, cambiando de tal forma el nombre de Intendente por Alcalde Municipal. Esto significa que no gozaron de salario¹⁵.

Al tenor del acuerdo del 19 de julio de 1928 se aprobó el contrato celebrado con Francisco Millares, para suministrar luz y fuerza eléctrica. El 28 de enero de 1932 contiene los estatutos reglamento y tarifas de la empresa eléctrica deformados por el acuerdo del 9 de septiembre de 1939. En 1884 se construye el primer muelle municipal por Anderson & Owen, por el jefe político de esos días, Don Salvador Polanco.

El acuerdo del 19 de octubre de 1918 autorizó la reconstrucción del muelle principal en la cabecera. El día 25 de agosto de 1,920 autorizó la construcción de uno nuevo. Así como de un rastro de ganado. Los fondos para la introducción de agua potable se contemplaron el 16 de abril de 1947.

Al tenor del acuerdo del 19 de julio de 1928 se aprobó el contrato celebrado con Francisco Millares. El acuerdo gubernativo del 15 de diciembre de 1886 dispuso que la municipalidad reparta en lotes los terrenos nacionales dentro de su jurisdicción, el 16 de diciembre del mismo año se le concede al jefe político la entrega de lotes a las personas que radicarán en la población.

El acuerdo gubernativo 142 del 3 de mayo de 1968 publicado en el diario oficial el 24 de febrero de 1969 designó con el nombre de Lucha Morales Sosa a la escuela Nacional de párvulos; en el considerando se indicó que el nombre corresponde a la maestra Lucila Morales Sosa, ya fallecida, quien en forma abnegada dejó los mejores años de su vida al servicio de la niñez¹⁶.

En 1833 el puerto de Livingston se habilita como puerto de registro y posteriormente se habilita para el comercio de importación y exportación, lo que favoreció por la posición geográfica y la seguridad que ofrece a los buques en caso de tempestades.

Fue hasta el 15 de mayo de 1806 cuando se establecieron los primeros pobladores de este lugar, bautizándolo con el nombre de la BUGA, que en lengua Garífuna significa la BOCA. En los últimos años Livingston ha experimentado una afluencia creciente de visitantes, atraídos sin duda por la atractiva mezcla de culturas. Según datos del Instituto Geográfico Nacional, la composición étnica de la población Livingstoneña es: Garífuna, Q'eqchí, Hindú y mestiza.

Después de la promulgación de decretos surgen derogaciones y concesiones de otros decretos y fue hasta el 17 de mayo de 1920 cuando finalmente se le concede el título de cabecera departamental a la ciudad de Puerto Barrios.

El puerto de Livingston, hasta las primeras décadas del siglo XX fue la conexión más importante de Guatemala en el Caribe, pero factores decisivos como la fundación de Puerto Barrios en 1884 y la construcción del ferrocarril entre Puerto Barrios y la ciudad capital en 1908 contribuyeron a la decadencia de este puerto en aquel entonces¹⁷.

15 Monografía de Livingston, autores, Sergio Martín Warren Marroquín y Profa. Luz Ernestina Quinteros.

16 Diccionario Instituto Geográfico Nacional (IGN).

17 Fuente: Monografía de Livingston, autores, Sergio Martín Warren Marroquín y Profa. Luz Ernestina Quinteros

3.2.2. EXTENSIÓN

Tiene un área aproximada de 1,940 Km² y equivale al 21.5% del área total del departamento de Izabal y al 8.3% del área total de la República de Guatemala, con una población global de 48,588 habitantes según el Instituto Geográfico Nacional (INE), en el censo 2002.

La cabecera del municipio se encuentra en el lado oeste de la desembocadura del Río Dulce, en la parte interna de la bahía de Amatique, de latitud 15° 49' 36" longitud 88° 45' 02".

Conocido oficialmente y popularmente como "Costa Norte" por sus relieves montañosos y perenne vegetación, por su costa marítima, ríos y especialmente por su gran lago de Izabal, por lo que ofrece bellezas naturales incomparables.

Sus límites son:

- Al Norte con San Luis (Petén), Belice y el Golfo de Honduras en el mar Caribe.
- Al Sur con los Amates (Izabal) y Morales (Izabal).
- Al Este con Puerto Barrios (Izabal) y la bahía de Amatique.
- Al Oeste con el Municipio del Estor (Izabal) y Chahal (Alta Verapaz).

3.2.3. DIVISIÓN POLÍTICA

Livingston es un municipio que cuenta con su cabecera municipal y sus áreas rurales, aldeas y caseríos, siendo estos en resumen:

- Barrios 15.
- Aldeas 28.
- Caseríos 115.
- Parajes 12.
- Microparcelamientos Agrarios 9.
- Lotificaciones Agrarias 2.
- Comunidad Agraria 1.
- Patrimonios Agrarios Mixtos 11.
- Patrimonios Agrarios Colectivos 2.
- Haciendas 2.
- Fincas 25.

Mapa 4. Municipio de Livingston.



Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. ADMINISTRACIÓN

3.2.4.1. ALCALDÍA MUNICIPAL Y SU CONSEJO

La máxima autoridad del municipio es el Alcalde municipal y su respectivo Concejo, el cual es electo cada cuatro años según la Constitución Política de la República y la Ley Electoral de Partidos Políticos. Las personas elegidas representan al municipio ante las autoridades gubernamentales y no gubernamentales que tienen presencia en el país, además tienen funciones, atribuciones y obligaciones establecidas en el Código Municipal, Decreto 12-2002. El Alcalde es el presidente del Consejo Municipal de Desarrollo (COMUDE), según la Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural (Decreto 11-2002).

3.2.5. VÍAS DE ACCESO

El principal acceso a la población de Livingston es por medio acuático, a través de la Bahía de Amatique o el Río Dulce. El servicio marítimo es prestado por los barcos que salen de Livingston a Puerto Barrios durante el día o lanchas privadas llamadas colectivas que son más constantes. La distancia formal de Livingston a Puerto Barrios es de 17 millas náuticas aproximadamente, a través de vía marítima. Las aldeas y caseríos se comunican también por carreteras y caminos vecinales. La carretera CA-13, que comunica Petén, atraviesa el municipio de Livingston con una carretera asfaltada que comunica con varias comunidades del área rural. Livingston cuenta con 3 pistas de aterrizaje:

- Pista Aldea Nuevo Nacimiento Cáliz.
- Pista Aldea Fronteras Río Dulce.
- Pista de aterrizaje Militar exclusiva para helicópteros. Se encuentra ubicada en el perímetro de la Comandancia y Capitanía del Puerto de la cabecera municipal.

3.2.6. RECURSOS NATURALES

3.2.6.1. FISIOGRAFÍA

Las áreas del municipio de Livingston se encuentran en la división denominada Tierras Bajas del Petén – Caribe. Caracterizadas por pendientes escarpadas o áreas extensas casi planas y suelos muy profundos. Presenta dos vertientes: Vertiente San Gil: Tiene una dimensión planimétrica de 160 km². Consiste en la vertiente Norte del Cerro San Gil, adyacente a las Montañas del Mico. Su punto más alto tiene 1,267 msnm y su punto más bajo en el Golfete. El cerro se extiende alargadamente de este a oeste y contiene cuatro gargantas principales, en los 180° de su vertiente hacia Río Dulce. Vertiente Santa Cruz: Tiene una dimensión de 240 km². La mayor parte tiene pendientes suaves y las alturas mayores promedio tienen alrededor de 200 msnm, pero el límite suroeste de la región que comprende un filón de la Sierra de Santa Cruz, tiene una altura de 1019 msnm. Livingston presenta una susceptibilidad a erosión alta y severa, debido a las pendientes de sus terrenos y a la textura de su superficie¹⁸.

3.2.6.2. HIDROGRAFÍA

Las condiciones hidrográficas del municipio de Livingston son de importancia económica, biológica y científica por la diversidad de sus recursos, ya que albergan actividades de recreo, forestales, ganaderas, pesca artesanal, cultivos regionales, reservorios para agua potable y

¹⁸ Geografía Física. Plan de Manejo de la Reserva de Manantiales de Cerro San Gil, Director General marco Vinicio Cerezo Blandón. Guatemala marzo del 2,000.

riego, refugios de fauna y flora; además, constituyen un regulador del ciclo hidrológico del país. También presentan un peligro para el área debido a la fragilidad de los pueblos ante los fenómenos naturales.

Según el Atlas Nacional de Guatemala (1972), en la región del municipio de Livingston se localizan las cuencas hidrológicas de Río Dulce y Río Sarstún, las cuales desembocan en la bahía de Amatique y pertenecen a la vertiente del mar de las Antillas. El municipio de Livingston cuenta con 23 ríos, 26 quebradas, 4 lagunas, 4 lagunetas, 4 ensenadas y el Lago de Izabal¹⁹.

En el caso de recursos hidrobiológicos se estima que la principal amenaza es la ausencia de derecho de uso, de regulaciones y el vacío institucional legal que existe sobre el uso y manejo de los cuerpos de agua continentales y ecosistemas marinos. Adicionalmente se carece de información para estimar las cantidades que se pueden extraer de especies acuáticas sin causar daño en sus poblaciones.

3.2.6.3. TOPOGRAFÍA

La cabecera municipal de Livingston está ubicada en una pequeña meseta cubierta por el mar Atlántico y el Río Dulce en su desembocadura al mar. Su topografía es semi-plana en un 75%.

3.2.6.4. OROGRAFÍA

En el municipio de Livingston, la sierra de Santa Cruz se encuentra limitada al norte por la aldea Modesto Méndez, y al sur por la parte norte del lago de Izabal. Las montañas del Mico alcanzan su mayor altura en esta región en el cerro San Gil, 1310 msnm. En el municipio de Livingston se localizan 2 cerros (San Gil y Sarstún), un islote, 9 cayos y 11 puntas.

3.2.6.5. VULNERABILIDAD

Por su ubicación geográfica en la zona costera del mar Caribe, Livingston presenta una alta vulnerabilidad a las tormentas tropicales, huracanes, deslaves y derrumbes, así como a inundaciones en una baja categoría; principalmente en la época de invierno en lugares cercanos a los ríos y el océano Atlántico, en un área de 26,309 km² que representan el 1.35 por ciento del territorio total del municipio de Livingston.

Tabla 1. Vulnerabilidad del municipio de Livingston.

Área Inundable (Km ²)	Índice ponderado de amenaza por inundación (%)	Categoría
26.309	0.459	Baja

Fuente: Elaboración propia con base en el programa de emergencia por desastres naturales, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) 2001.

3.2.7. CULTURA

3.2.7.1. RELIGIÓN

Desde que se dio la reforma religiosa, durante el gobierno de "La Reforma", la iglesia católica dejó de ser la única en el país; sin embargo, es la religión de la mayoría.

19 Castañeda César, 1995, sistemas lacustres de Guatemala, recursos que mueren, Editorial Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala, p.196.

Livingston, al igual que los demás municipios del departamento de Izabal, no tienen iglesias del tipo colonial, pues a pesar de ser este el más antiguo de los municipios, la influencia española se vio limitada. El templo, al igual que los demás municipios, es de arquitectura moderna, fundado antes que el de Puerto Barrios, ha mantenido un cura párroco siempre. Hoy en día hay otras iglesias, como la evangélica, adventista y testigos de Jehová, que promueven sus doctrinas cristianas entre los habitantes.

En contraposición a los grupos anteriores, se encuentran los fieles del espiritismo, que no se dan a conocer y los ritos primitivos aún practicados por los indígenas Q'eqchí, tanto de Livingston, como de El Estor.

3.2.7.2. ARTESANÍAS

Fotografía 4. Artesanías.



Artesanías sobre la calle principal de Livingston, Izabal.

Fuente: Elaboración propia.

La artesanía actual está representada por productos que elaboran los habitantes de la población tanto Garífuna como Q'eqchí. No es una artesanía comercializada a gran escala, ya que son poco los artesanos que las desarrollan.

Los Garífunas elaboran productos de madera, carey, concha de mariscos, concha de coco y fibras naturales, algunos de ellos son imprescindibles para el desarrollo; otra estrategia de las mujeres Garífunas es la hecha de trenzas, reflejo de su vida cotidiana y de su cultura.

En la actualidad existe un taller de corte y confección para las mujeres Garífunas, en la cual se está capacitando a 30 mujeres en la elaboración de diferentes tipos de trajes.

La Municipalidad de Livingston, con el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), está impulsando el curso de artesanías para elaboración de canastas, jarrones, lámparas, cortinas con productos de madera, conchas, cocos secos y fibras naturales. Este curso va dirigido a las habitantes del área urbana y todas aquellas personas que deseen recibir el curso.

Los indígenas del área trabajan en la elaboración de papel con fibras naturales (tusa de la copa del árbol de coco y corteza de banano, técnica recuperada de sus ancestros) y tienen establecido un canal de comercialización a través de AK'tenamit, una ONG de proyección educativa en el área. También hay mujeres que se encargan de la elaboración de tejidos, pero no tiene mucha relevancia esta actividad.

Es importante que cada pueblo, cada etnia y cada persona con capacidad desarrollen y colaboren en la promoción de la artesanía que puede ser una fuente de ingresos y favorecer la promoción turística. El proyecto AK'tenamit ha entrenado a mujeres de varias aldeas en la manufactura del papel hecha a mano.

Las cooperativas integradas en torno a la producción de estas artesanías generan valiosos ingresos para las mujeres de las comunidades, mejorando considerablemente su independencia financiera y aumentando su poder personal.

El programa alienta la producción de artesanías que reflejan el legado maya.

Los productos se venden en la tienda del proyecto, así como en diversas tiendas del país.

3.2.7.3. FIESTA TITULAR

Fotografía 5. Danza de Yancunú.

La fiesta titular de Livingston se celebra del 24 al 31 de diciembre, los pobladores presentan las danzas de Yancunú, Samai y Punta. Actividades deportivas, sociales, culturales.

La fecha de la fiesta patronal es el 7 de octubre de cada año, siendo su patrona la Virgen del Rosario. Las celebraciones religiosas incluyen procesiones, cantos y rezos. La fecha de la fiesta patronal fue establecida por el acuerdo Gubernativo del 10 de agosto de 1961. La Organización Garífuna "Sánchez - Díaz" - IBIMENI celebra los días 25 y 26 de noviembre la fundación de Livingston y el Día del Garífuna (Acuerdo Gubernativo en el año 1996).



Danza de Yancunú, realizada en un restaurante del lugar para entretenimiento del público.

Fuente: Elaboración propia.-

Otras fechas de festejo son:

- 15 de mayo o fiesta de San Isidro Labrador: se celebra con la procesión de San Isidro Labrador y con el baile del palo.
- 29 de septiembre día de San Miguel Arcángel.
- 1 y 2 de noviembre: Día de todos los santos.
- 24 al 31 de diciembre, cuando se celebra Noche Buena (24), Navidad (25), el día de los Santos inocentes (28) y la víspera del nuevo año (31).

3.2.8. DEMOGRAFÍA

De acuerdo con los datos publicados en el censo realizado el 31 de octubre de 1880, Livingston cabecera contaba con 1,027 habitantes. Datos de 1936 dan cuenta de 5,500 habitantes sin incluir la población flotante, un poco difícil de estimar.

El censo de 1964 registró 11,919 personas, de los cuales 3,291 (1,513 hombres y 1,778 mujeres) se ubicaron en el área urbana.

En el área rural se registraron 8,628 (4,552 hombres y 4,076 mujeres). De ellos 77 indígenas estaban en el área urbana y 8,551 en el área rural.

Los datos para el VIII Censo General de Población, practicado el 7 de abril de 1973, registró 18,811 habitantes, de ellos 3,101 (1,429 hombres y 1,672 mujeres), se ubicaron en el área urbana y en la rural 15,710 (8,227 hombres y 7,483 mujeres).

Datos posteriores. Según el censo de población realizado por el INE, en el 2002, la población del municipio de Livingston fue de 48,588 habitantes, de los cuales 24,586 son de sexo masculino y 24,002 de sexo femenino, representando el 50.60 y 49.40 por ciento respectivamente.

La población de Livingston está concentrada en el área rural, donde se encuentran 38,968 habitantes, que equivalen al 80.20 por ciento de la población total; mientras que el restante 19.80 por ciento, que comprende 9,620 habitantes, representa a la población urbana del municipio.

Tabla 2. Población total por sexo según área geográfica, municipio de Livingston, año 2002.

Área	Total	%	Hombres	Mujeres
Urbana	9,620	19.80	4,868	4,752
Rural	38,968	80.20	19,718	19,250
Total	48,588	100.00	24,586	24,002

Fuente: Estimación, Secretaría General de Planificación (SEGEPLAN), basada en INE, censo 2002.

Se estima que la población de Livingston es predominantemente joven, ya que en 44.30 por ciento, equivale a 21,524 personas, están comprendidas entre las edades de cero a 14 años. El 52.30 de la población, se encuentra entre los 15 y 64 años de edad, quedando únicamente 1,652 personas (3.40%) que superan los 65 años.

Esta concentración de población joven amplía una demanda actual y futura de servicios básicos esenciales, por lo que es importante la promoción de programas y proyectos de desarrollo integral, dirigidos a este sector de la población.

Tabla 3. Población total por sexo según grupos de edad, municipio de Livingston, año 2002.

Rango de edades	Población total		Hombres		Mujeres	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
00-14	21,524	44.30	10,892	22.42	10,633	21.88
15-64	25,412	52.30	12,858	26.46	12,553	25.84
65 y más	1,652	3.40	836	1.72	816	1.68
Total	48,588	100.00	24,586	50.60	24,002	49.40

Fuente: Estimación SEGEPLAN, basada en INE, censo 2002.

La población de Livingston está compuesta por diferentes grupos étnicos, de los cuales, el 48 por ciento de personas pertenece a la etnia Q'eqchí, el 9 por ciento a la etnia Garífuna, y el uno por ciento de la etnia Culí (de la descendencia Hindú); mientras que el restante 42 por ciento, corresponde a la población no indígena, mestiza o ladina.

Tabla 4. Población total por porcentaje según grupo étnico.

Grupo étnico	Total	%
Q'eqchí	23,322	48.00
Mestizo ladino	20,407	42.00
Garífuna	4,373	9.00
Culí (hindú)	486	1.00
Total	48,588	100.00

Fuente: Oficina Municipal de Planificación (OMP) de Livingston, con datos INE, censo 2002.

Tabla 5. Estimaciones de la Población total en el municipio de Livingston. Período 2008-2020.

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
58.788	60.175	61.580	63.008	64.460	65.929	67.406	68.884	70.367	71.858	73.351	74.838	76.310

Fuente: Elaboración propia, con base en INE.

3.2.9. SERVICIOS DE EMERGENCIA

Livingston se encuentra enlazado mundialmente por medio de Telefónica de Guatemala (TELGUA), la empresa nacional de teléfonos, ubicada a un costado del Edificio Municipal, en la calle que llega al muelle. Adjunto se encuentra la oficina de correos y telégrafos, que es el medio más usado por la población.

No hay radioemisoras locales, pero se sintonizan las de Puerto Barrios, Belice y otras partes. También llegan los canales 11 y 7 de televisión, cuya imagen es retransmitida desde el Cerro San Gil.

Livingston cuenta con servicios públicos de seguridad, educación y salud, entre los primeros se encuentra una subestación de la antigua Policía Nacional Civil, una Capitanía de Puerto y Sub-Comandancia de la marina de Guerra, quienes son los responsables de velar por el orden social y la soberanía marina.

En lo que a servicios comunitarios y salud se refiere, el municipio cuenta con dos Centros de Salud, uno en aldea Fronteras Río Dulce y en Livingston Cabecera, contando además con farmacias privadas en la cabecera municipal y otras en las aldeas de Buenos Aires, Sejá y Fronteras Río Dulce.

Cuando alguien amerita ser hospitalizado es trasladado a Puerto Barrios, siendo esto uno de los grandes problemas que aqueja a los vecinos de la cabecera Municipal y comunidades cercanas que dependen de este servicio por no contar este centro de salud con las condiciones adecuadas para atender los problemas de las comunidades circunvecinas.

En la cabecera municipal se cuenta con 728 líneas telefónicas instaladas y 16 teléfonos públicos. En el área rural, la situación varía, ya que en algunos casos los pobladores utilizan teléfonos celulares o comunitarios.

3.2.10. SERVICIOS BÁSICOS

3.2.10.1. VIVIENDA

En la cabecera municipal, a través de los años, el tipo de vivienda ha ido cambiando de tipo vernácula a infraestructura moderna mediante diseños tradicionales según la capacidad económica del usuario.

En el área rural, las construcciones de las viviendas se realizan según las necesidades y los materiales locales que se encuentran en la región. También es posible hacer mención de que se debe a la situación económica y social de los pobladores, según la composición geográfica, Livingston presenta viviendas lacustres sobre pilotes de madera ubicadas a orillas del mar o ríos, generalmente estos espacios están habitados por pescadores que de esta manera le ganan terreno a las costas del Caribe.

3.2.10.1.1. CONDICIONES FÍSICAS DE LA VIVIENDA EN EL ÁREA RURAL

Livingston es un pueblo frágil ante los fenómenos naturales. La situación precaria en que viven las comunidades, especialmente las indígenas, hace que las mismas se encuentren siempre en desastre, lo que les hace más vulnerables ante los efectos naturales. A pesar de que las viviendas son construidas con materiales propios del lugar (madera, manaca, contra, palma, etc.), por las características de las mismas y de los tipos de construcción no ofrecen seguridad ninguna.

Generalmente, en las comunidades indígenas las viviendas están constituidas por un ambiente con piso de tierra, y en algunas ocasiones, las paredes están construidas parcialmente. En este único ambiente se desarrollan todas las actividades del hogar. La iluminación, en la mayoría de las casas, es a través de candiles (latas o botellas desechadas en cuyas tapaderas se les incrusta un pequeño lienzo que hace de mecha y que al llenarlas de gas corriente cumplen su cometido).

Los alimentos se cuecen en un "oyetón", especie de estufa que se utiliza con leña, ya sea construido de madera o colocado en el suelo. El 75% de las viviendas son casas formales que se encuentran en condiciones favorables, aunque muchas no llenan los requisitos necesarios, pues cuentan con un solo dormitorio para toda la familia.

Hay varios tipos de vivienda: Techo de manaca, paredes de quewiche, caña brava, de manaca, piso de tierra o de cemento, otro tipo de techo es la lámina, paredes de quewiche, madera, block, ladrillo y fibrolit, piso de ladrillo y de cemento y en raros casos de terraza y de dos niveles. La pérdida de identidad y la extinción de materiales naturales ha provocado que poco a poco los habitantes pierdan el interés por la arquitectura vernácula.

Fotografía 6. Tipos de vivienda típica.

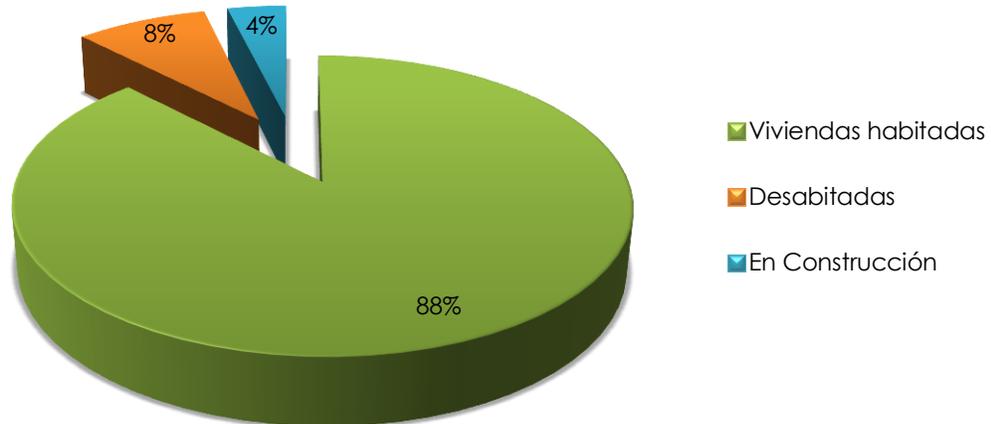


Fuente: Elaboración propia.

3.2.10.1.2. NÚMERO DE VIVIENDAS, CASCO URBANO

La cabecera Municipal cuenta con 1,290 viviendas habitadas, 118 deshabitadas y 53 viviendas en construcción.

Gráfica 1. Número de viviendas: casco urbano.



Fuente: Elaboración propia.

3.2.10.2. CENTROS EDUCATIVOS

Hace muchos años, los Livingstoneños seguían un patrón muy diferente al actual, para quienes trabajar la tierra era más importante que estudiar, debido también a la falta de oportunidades, la situación económica, etc. A través de los años, esta situación ha ido cambiando, de tal manera el nivel cultural de la educación ha ido mejorando a través de los años.

El Acuerdo Gubernativo del 20 de noviembre de 1907 expropió un terreno para fundar la Escuela Práctica. Inicialmente se contaba con dos escuelas primarias urbanas, una para niñas, construida de madera y piso de cemento, y otra de varones de igual estilo, además de un salón de actos y escenario lucía un busto del General Justo Rufino Barrios, nombre que se le dio a la escuela.

Por Acuerdo del Ministerio de Educación No.496 del 18 de abril de 1967, se autorizó la fundación de la academia comercial mixta "González Sandoval", para impartir el curso de mecanografía. Según los datos estadísticos en 1936 asistían a las escuelas un poco más de cien alumnos diarios.

En los datos registrados en 1964, la asistencia escolar aumentó a 768 (640 en el área urbana y 128 en el área rural). La población mayor de 7 años registrada fue de 8,509 divididos así: Área urbana 2,438 (1,783 alfabetos y 655 analfabetos), Área Rural 6,071 (619 alfabetos y 5,452 analfabetos).

Es decir que se tenía un 28% de alfabetos y 71.77% de analfabetos; del total de alfabetos del municipio un 74.23% correspondía a la población, pues de los 18,701 habitantes, el 23.07% era alfabeto y el resto no, es decir que el porcentaje había bajado, en lugar del alza esperada.

De este 23.07%, un 61.94% se ubicaba en el área urbana y un 38.06% en el área rural.

Ciertamente los datos son alarmantes, porque se registra un analfabetismo bastante alto, el que tiende a bajar en el censo practicado en 1982.

3.2.10.2.1. ANALFABETISMO

Livingston es el segundo municipio de Izabal con el más alto índice de analfabetismo, con un 40.85% que equivale a 10,380 personas entre las edades de 15 a 64 años que son analfabetas, superado únicamente por el municipio de El Estor, que posee el más alto índice del departamento con un 53.74%. Ambos índices se encuentran muy por encima del departamental, que es de 28.34%, e incluso del Nacional que alcanza un 36.40%; por tal razón, es prioritaria la promoción de programas de alfabetización que permitan a la población alcanzar un nivel mínimo de educación y al mismo tiempo la inserción y promoción escolar, a efecto de evitar la generación de más personas analfabetas.

Tabla 6. Índices de analfabetismo del departamento de Izabal, año 2000.

Municipios	Índice
Total Izabal	28.34 %
Puerto Barrios	18.16 %
Livingston	40.85 %
El Estor	53.74 %
Morales	33.02 %
Los Amates	37.82 %
Total República	36.40 %

Fuente: Comité Nacional de Alfabetización (CONALFA) Izabal, año 2002.

Para atender la educación en el municipio de Livingston, se cuenta con 499 maestros que operan en todos los niveles de los sectores públicos y privados; siendo estos aún insuficientes, especialmente en el nivel primario; donde muchas veces, un solo maestro cubre dos o más grados, principalmente en el sector oficial y del área rural.

Las condiciones físicas donde funcionan los centros de alfabetización varía, porque dichos centros funcionan en viviendas particulares en calidad de colaboración de los participantes.

Población escolar existente

Nivel primario Área Rural 6,365.
Nivel primario Área Urbana 866.

Población escolar inscrita

Nivel primario Área Rural 7,253.
Nivel primario Área Urbana 916.

Deserción escolar por año

Deserción escolar en el año 2000. Área rural 1,040.
Deserción escolar área urbana 50.

3.2.11. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE CULTURAL; VALOR HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO, ANTROPOLÓGICO, PALEONTOLÓGICO Y RELIGIOSO

3.2.11.1. PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO

En la región de Livingston no se han reportado hallazgos de restos paleontológicos. Sin embargo, en el departamento de Izabal se localizaron restos paleontológicos en la aldea Miramar, cerca de la desembocadura del Río Dulce; consiste en restos de fauna del pleistoceno (10,000 a.C.). Dicho hallazgo ha sido registrado por el Proyecto Arqueológico Izabal (PAI).

Por lo cual no debe ser descartada la posibilidad de que existan restos de tal naturaleza en el área. En caso de ocurrir un hallazgo fortuito de carácter paleontológico se debe dar aviso a la Dirección del Patrimonio Cultural y Natural del Ministerio de Cultura.

3.2.11.2. PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

Entre 1964 y 1965, la arqueóloga Bárbara Voorhies realizó recorrido de campo en los alrededores del Lago de Izabal y el Río Dulce, para determinar número y localización de sitios del área. Condujo excavaciones en el sitio arqueológico San Felipe y determinó dos momentos de ocupación, uno Preclásico Tardío y el otro Clásico Tardío; con base al análisis de la cerámica definió dos fases: San Felipe (300 A.C.-250 D.C.) y Playa General (600-900 D.C.) respectivamente.

En 1975 se inició el proyecto de investigación arqueológica "Cuenca del Lago de Izabal" dirigido por el Dr. Juan Pedro Laporte, de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Se excavaron los sitios Murciélago, El Bongo, Sepila y Santa Rosa, para lo cual se contó con apoyo financiero de Exmíbal y de la USAC. Se concluyó que la ocupación de las cuencas del lago de Izabal inicia en el Preclásico Tardío y se extiende hasta el Clásico Tardío.

En 1990, el PAI inició sus investigaciones con un estudio regional de las Subcuencas del lago de Izabal y la vertiente del Río Dulce. El Proyecto registró más de cien sitios arqueológicos prehispánicos, coloniales y de la época Independiente.

3.2.11.2.1. CRITERIOS EMPLEADOS EN LA CLASIFICACIÓN DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS

- **Sitio Arqueológico.** Asentamientos prehispánicos que presentan un solo montículo o estructura aislada, conjuntos de estructuras, plazas, terrazas o patios.
- **Asentamiento Cultural.** Espacios o áreas de deposición cultural (tiestos y obsidiana), que no presentan asociación con estructuras o escultura.
- **Sitio de Culto Aislado.** Espacios planos o colinas con nivelación del terreno, orientados hacia puntos cardinales, asociados a fuentes de agua, con o sin monumentos escultóricos, a quemaderos; a veces asociados a entierros.
- **Edificaciones en pendiente y terrazas.** Generalmente de uso habitacional y agrícola.

3.2.11.3. VALOR ANTROPOLÓGICO

3.2.11.3.1. ELEMENTOS ANTROPOLÓGICOS

Los Q'eqchí tienen conceptos peculiares y determinados acerca de sí mismos y del mundo que los envuelve.

Observando y analizando el significado y motivación de sus palabras, gestos y actuaciones se pueden descubrir conceptos profundos y formas de su actuar.

Su filosofía de la vida parte de la aceptación de forma positiva de la lucha vida-muerte; lo cual le da forma a la "vida humana" en su realidad más profunda. El objetivo de la sabiduría, de la religión y de la cultura es siempre la existencia humana.

3.2.11.3.1.1. LA PERSONA

A diferencia de nuestra idea sobre la persona, en el concepto Q'eqchí el hombre está compuesto por cuatro elementos que son:

Cuerpo	= Tz'ejwalej
Espíritu	= Musiq'ej
Corazón	= Ch'oolej
Sombra	= Muhel

Estos principios de vida son traducidos de la siguiente forma:

Tz'ejwalej	= lo material, lo palpable
Musiq'ej	= el aliento, el principio vital
Ch'oolej	= el individuo, la persona
Muhel	= la agilidad, la fuerza

La persona humana es un ser de dos dimensiones, hombre y mujer, articulados con la idea de la complementariedad de los sexos.

El concepto de persona no puede entenderse rectamente si no es en relación a una Integración armoniosa del ser humano a través de la institución familiar.

El hombre y la mujer conforman una unidad ritual que queda patente en el servicio de las cofradías, donde no se acepta un mayordomo sin esposa. Y donde tanto el hombre como la mujer tienen marcado de antemano su servicio, su trabajo y su papel concreto. El individuo, pues, se entiende como un estar en camino de personalización.

Por otro lado, la persona Q'eqchí se define también en función de su integración solidaria en la comunidad y en su apertura y unión a la totalidad del cosmos; tanto al universo de los espíritus por su alma, como al universo material por su cuerpo.

Sintéticamente se puede plasmar en el siguiente esquema esta evolución e integración de la persona Q'eqchí:

Persona	= Individuo
Hombre + mujer	= Díada
Hombre + mujer + descendencia	= Triada

A Integración con la comunidad

A Integración con el cosmos

La persona, pues, no queda eclipsada, sino integrada armoniosamente a Dios, a los demás y a la naturaleza.

3.2.11.3.1.2. LA FAMILIA

El estamento familiar es uno de los más grandes valores del mundo Q'eqchí y adquiere su más alta significación en el contexto de la comunidad. El sentido patriarcal se vive en todos los niveles y etapas de la vida diaria; en la educación, en el trabajo, en lo ritual, en la comunión con los antepasados y en la armonía con el universo.

El concepto de la persona sólo es entendido plenamente a través de la institución familiar, que hace de vehículo en la integración armoniosa del ser humano. El joven no es considerado adulto mientras no adquiere esposa y forma su propia familia. Preparándose para ese momento, el joven está en camino, está en proceso de adquirir la mayoría de edad. Las relaciones dentro de la familia, como dentro de la comunidad, están marcadas por el respeto, la armonía y la austeridad.

Los papás Q'eqchí aman entrañablemente a sus hijos y los reciben siempre como una bendición, como un regalo de Dios. Los papás educan a los hijos desde muy pequeños. En las labores de la tierra y del hogar, y en base al sexo, será el papá o la mamá quien vaya inculcándoles sus obligaciones y responsabilidades. En la corrección nunca se grita, se maltrata o se pega. La educación siempre será más persuasiva que impositiva.

El respeto a la vida, a todos los seres y a la persona se articula con la idea de la integración de los dos sexos. En esta perspectiva, la mujer es valorada, más que por otras cualidades o belleza física, por su capacidad de educar en los valores de la vida y de la comunidad.

Los ancianos, transmisores de la tradición y sabiduría de los antepasados, tienen por su experiencia un peso muy importante en la familia. Ellos son el baluarte de la cultura, amados y respetados como autoridad que ejercen por medio de la palabra y de los diversos ritos.

3.2.11.3.1.3. LA COMUNIDAD

Otra de las características fundamentales de la cultura Q'eqchí es el gran sentido comunitario de sus miembros. La comunidad acompaña, anima, celebra y participa en todo el proceso y desarrollo de la persona: el embarazo y el nacimiento, el desarrollo y el crecimiento, la pedida y el matrimonio, la autoridad y el servicio, la muerte y los difuntos. Este innato sentido comunitario está cimentado en unas fuertes bases de solidaridad, reciprocidad, fraternidad e igualdad. Es posible afirmar que el verbo "compartir" es el verbo más conjugado a largo del proceso vivencial Q'eqchí y consecuencia lógica del sentido gratuito de la existencia.

La comunidad, además de ser lugar de vida, se convierte también en lugar celebrativo y laboral. La tierra, base de referencia de todos sus valores autóctonos y tronco de todas las dimensiones de su vida. El maíz, centro aglutinador de su religiosidad. Se convierten de forma gozosa, responsable y fraternal en el cauce del trabajo comunitario de la raza, la siembra y la cosecha. No menos sentido comunitario tienen los ritos y fiestas Q'eqchí, donde el "paab'aank", el "majejak" y la comida común son esenciales, participativos y con un extraordinario carácter festivo.



CAPÍTULO
Diagnóstico

4

Plan de manejo ambiental
subcuenca sumache

4. DIAGNÓSTICO

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Por su orografía, el país se divide en tres vertientes de escurrimiento superficial: Pacífico, Caribe, y Golfo de México.

Vertiente del Pacífico. Tiene una extensión de 24,237.26 km² (22% del territorio) con 18 cuencas y caudal promedio anual de 808 m³/s. Los cauces atraviesan la cadena volcánica para drenar finalmente al Océano Pacífico.

Vertiente del Caribe. Tiene una extensión de 33,799.29 km² (31% del país), con 10 cuencas y un caudal promedio anual de 1,010 m³/s. Incluye los Ríos con mayor longitud en el territorio guatemalteco.

Vertiente del Golfo de México. Con un área de 50,852.45 km² (47% del territorio) está conformada por 10 cuencas, con un caudal medio anual de 1,372 m³/s. Son las cuencas más extensas del país y las más caudalosas todas conforman finalmente el caudal del Río Grijalva en México.

Mapa 5. Red hídrica.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1. CUENCA

Mapa 6. Cuenca del Lago de Izabal - Río Dulce.

El Río Sumache es uno de los diversos Ríos de la cuenca del Río Lago de Izabal - Río Dulce, la cual pertenece a la Vertiente del Caribe.



Fuente: Elaboración propia, con base en MAGA e INE.

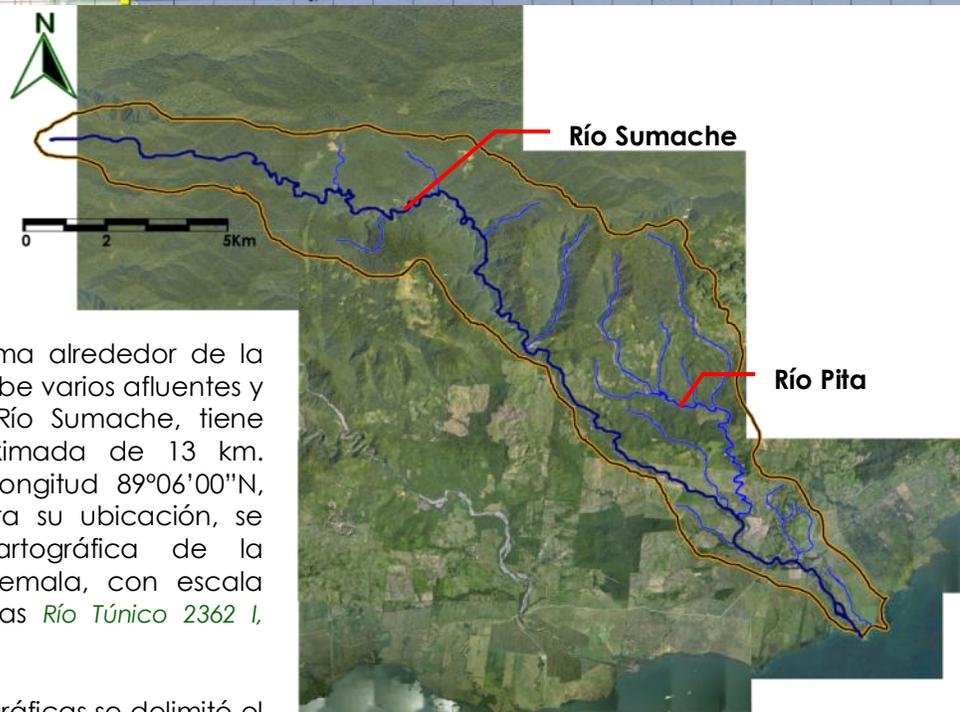
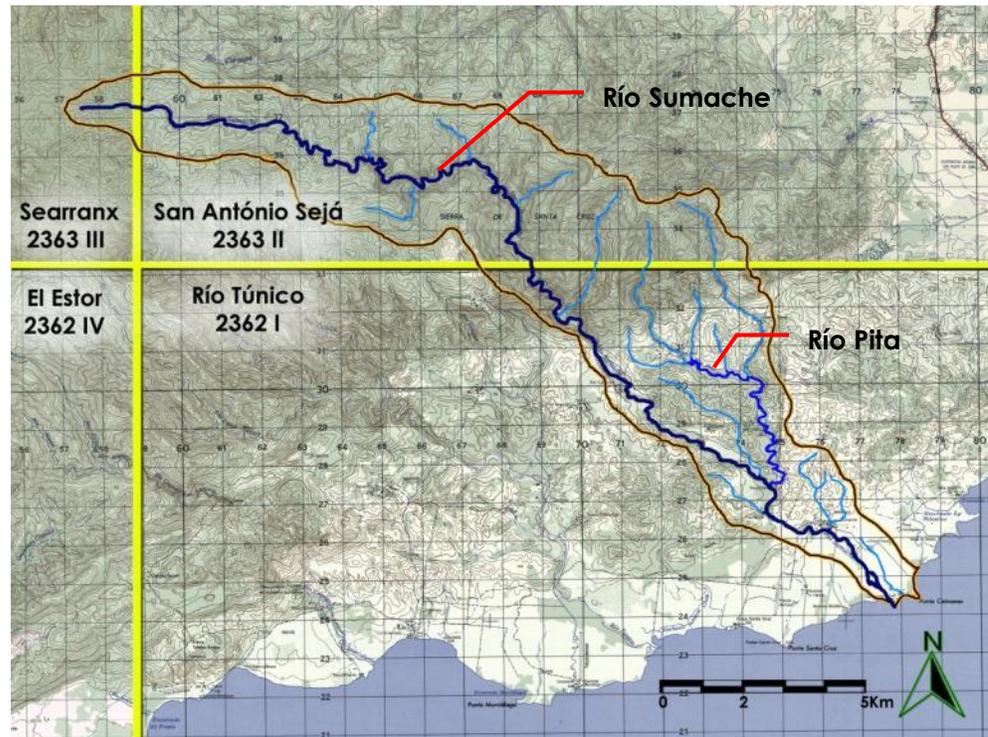
4.1.2. SUBCUENCA

Mapa 7. Subcuenca Sumache, con su Microcuenca Río Pita, localizadas en hoja cartográfica y fotografía satelital.

El Río Sumache se forma alrededor de la cota 600 msnm en la sierra de Santa Cruz y desemboca en la parte noroeste del lago de Izabal y tiene una longitud de 40 km. Latitud 15°35'14"E, longitud 89°04'23"N. Para su ubicación, se utilizaron las hojas cartográficas de la República de Guatemala, con escala 1:50,000 denominadas *San Antonio Sejá 2363 II*, *Río Túnico 2362 I*, *Searranx 2363 III* y como agregado *El Estor 2362 IV*, del Instituto Geográfico Nacional.

La Subcuenca del Río Sumache posee una microcuenca, el Río Pita, que se forma alrededor de la cota 100 msnm. Recibe varios afluentes y desemboca en el Río Sumache, tiene una longitud aproximada de 13 km. Latitud 15°36'50"E, longitud 89°06'00"N, longitud 13 km. Para su ubicación, se utilizó la hoja cartográfica de la República de Guatemala, con escala 1:50,000 denominadas *Río Túnico 2362 I*, del IGN.

En estas hojas cartográficas se delimitó el área de la Subcuenca siguiendo el límite del parteaguas de la misma. Este trabajo se apoyó con el uso de fotografías aéreas.



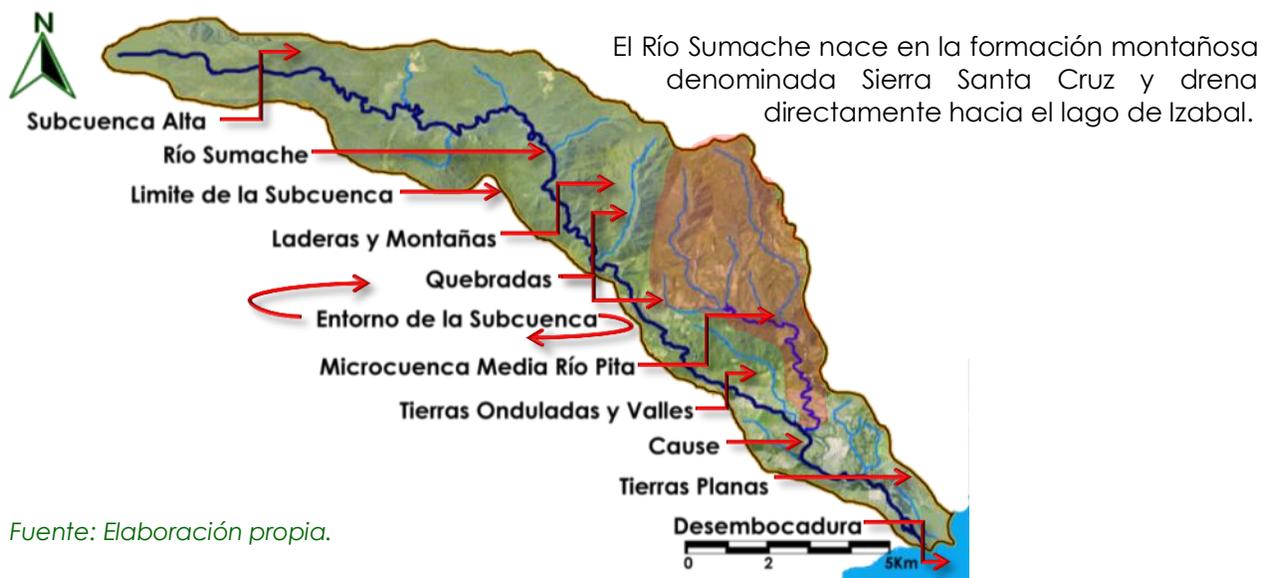
Fuente: Elaboración propia, con base en MAGA e INE.

4.1.3. ÁREA DE LA SUBCUENCA

El área calculada es de 75.15 km², lo que equivale a 7.51 ha. El largo máximo calculado es de 26.21 km, considerados desde el punto más lejano en la parte alta de la cuenca; hasta la salida al Lago de Izabal. Se calculó también un ancho máximo de 5.48 km, sobre la curva a 800 msnm. El perímetro calculado es de 59.01 km.

4.1.4. DIVISIÓN DE LA SUBCUENCA HÍDRICA

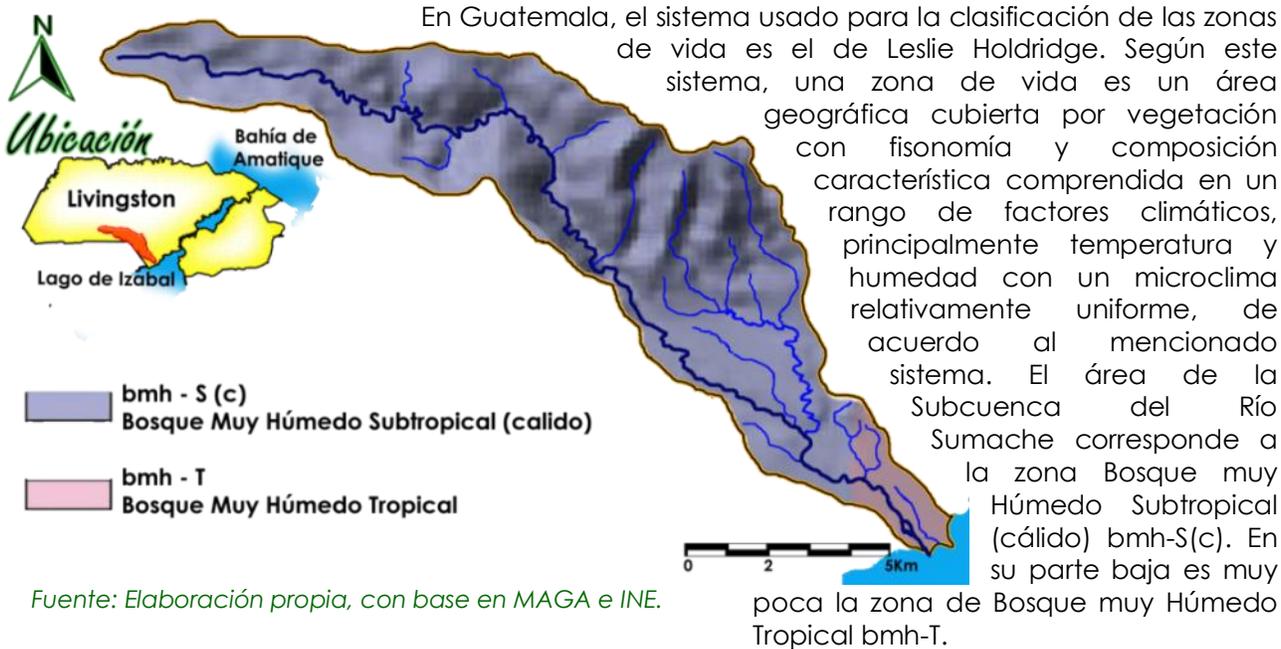
Mapa 8. División de la Subcuenca hídrica.



Fuente: Elaboración propia.

4.2. ZONAS DE VIDA

Mapa 9. Zonas de vida de Holdridge.



Fuente: Elaboración propia, con base en MAGA e INE.

4.3. REGIÓN FISIGRÁFICA

4.3.1. FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Mapa 10. Geomorfología de la Subcuenca.



De acuerdo al mapa Fisiográfico y Geomorfológico (MAGA, 2004), la Subcuenca del Río Sumache se ubica en el gran paisaje de la Sierra Santa Cruz, correspondientes a las Tierras Altas Sedimentarias, para luego desembocar en la provincia de la Depresión de Izabal.

Sin embargo no debería decirse que se ubica en las Tierras Altas Sedimentarias sino en una especie de estribación de la provincia de Tierras Altas Cristalinas dentro de un subsistema de complejo

Fuente: Elaboración propia, con base en MAGA e INE.

montañoso plegado y fallado de la Sierra de Santa Cruz.

El área presenta características geomorfológicas íntimamente ligadas a las diferentes unidades litológicas que afloran, como una respuesta de éstas a la acción erosiva de los distintos agentes que han actuado sobre ellas.

Las rocas de la Unidad Peridotitas Serpentinizadas tienen relieves altos, un patrón de drenaje Subdendrítico, valles en forma de V, con taludes entre 45° y 80° los más escarpados. Las divisorias de las colinas generalmente son angulosas. También se identifican otras áreas con menor relieve que el de las Peridotitas Serpentinizadas, que muestra un patrón de drenaje también Subdendrítico, con valles bastante abiertos, laderas de poca pendiente, divisorias muy redondeadas y que está formada por rocas calcáreas de la formación Río Dulce.

Por último, se tiene una planicie donde no hay formas topográficas escarpadas. Siendo así, un patrón de drenaje del Río más bien Meándrico, que se corresponde con la Unidad Aluvión, tanto en las terrazas antiguas como actuales.

Las máximas alturas están en el Noroeste y Noreste, con elevaciones máximas de 700 a 900 msnm. El Río Sumache recorre el área con una dirección general desde el NO al SE, hacia la depresión del Lago de Izabal. En su recorrido se le unen varias quebradas pequeñas y afluentes más importantes.

4.4. ASPECTOS BIOFÍSICOS Y SOCIALES DE LA SUBCUENCA

4.4.1. HIDROLOGÍA

Fotografía 7. Río Sumache.



Río Sumache en la parte alta.

Río Sumache en su parte Intermedia.

Río Sumache en las cercanías de su ingreso al Lago de Izabal.

Fuente: Elaboración propia.

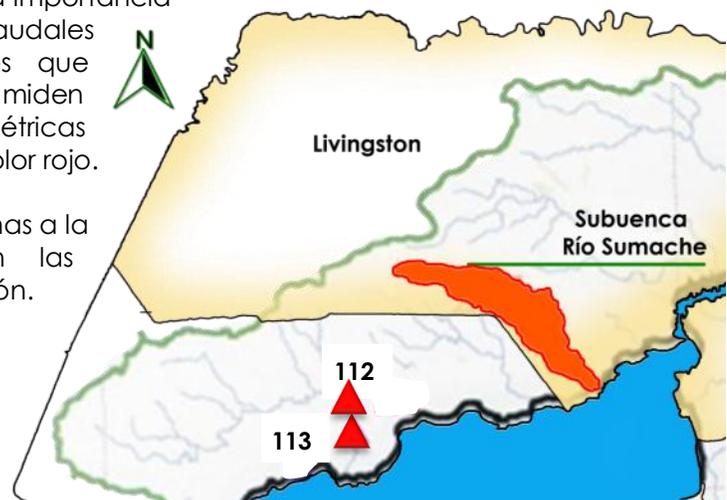
4.4.1.1. ESTUDIO DE CAUDALES

4.4.1.1.1. ESTACIONES CLIMÁTICAS E HIDROMÉTRICAS

Para un estudio hidrológico es de mucha importancia la información disponible relativa a los caudales y el clima. Las principales variables que caracterizan a los caudales y al clima se miden en las Estaciones Climáticas e Hidrométricas que se identifican con un triángulo de color rojo.

Las estaciones hidrométricas más cercanas a la Subcuenca del Río Sumache son las siguientes: 112-Seacacar y 113-El Boquerón.

Mapa 11. Estaciones hidrométricas cuenca del Lago de Izabal - Río Dulce.



Fuente: Elaboración propia, en base a INSIVUMEH.

Tabla 7. Datos generales de las estaciones hidrométricas en la Cuenca Lago de Izabal - Río Dulce.

Archivo	Código en mapa	Nombre	Área	Latitud	Longitud	Elevación
202	113	El Boquerón	312 m2	15°33'30"	89°17'04"	20.0 msnm
203	112	Seacacar	300 m2	15°35'40"	89°17'12"	60.0 msnm

Fuente: Elaboración propia, en base a INSIVUMEH y MAGA, Atlas Hidrológico.

4.4.1.1.2. PROMEDIOS ABSOLUTOS Y RELATIVOS DE LOS CAUDALES MENSUALES

En este estudio se ha hecho una estimación preliminar con base en la información más relevante, es decir, la correspondiente a registros históricos de caudales de estaciones hidrométricas ubicadas en la región y los datos de precipitación.

Tabla 8. Promedios absolutos y relativos de los caudales mensuales

May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	mar	Abr	Anual
Seacacar												
3	9	17	21	22	16	12	10	7	5	4	3	10.8
0.3	0.8	1.6	1.9	2.1	1.5	1.1	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	
El Boquerón												
5.5	11.3	16.8	19.8	18.9	14.3	9.8	10.3	7.0	6.2	6.0	5.0	10.9
0.5	1.0	1.5	1.8	1.7	1.3	0.9	0.9	0.6	0.6	0.5	0.5	

Fuente: Elaboración propia, con base en INSIVUMEH y MAGA, Atlas Hidrológico.

4.4.1.1.3. VARIACIÓN INTERANUAL

Con los promedios de los caudales mensuales anteriores, se elaboró la siguiente gráfica que muestra la variación interanual de los caudales.

Gráfica 2. Variación estacional de los caudales mensuales relativos al caudal anual.



Fuente: Elaboración propia, con base en INSIVUMEH y MAGA, Atlas Hidrológico.

4.4.1.2. CÁLCULO DE LOS CAUDALES

En este estudio se ha hecho una estimación aproximada con base en la información más relevante, es decir, la correspondiente a registros históricos de caudales de estaciones hidrométricas ubicadas en la región, pero en particular la información de la estación Seacacar por su cercanía a la Subcuenca Sumache. El resultado de las estadísticas de la estación Seacacar se presenta en m³/seg.

Tabla 9. Estadísticas de los caudales mensuales de la estación Seacacar, 2010.

Seacacar													
Años	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	mar	Abr	Anual
Máximo	13	21.5	30.9	35.9	37.8	24.5	29.8	19.0	14.1	11.8	8.4	7.3	15.3
Promedio	3.1	9.5	17.2	20.8	22.3	16.2	11.9	9.9	7.3	5.4	3.9	3.0	10.9
Mínimo	8.3	2.6	3.4	8.7	8.3	6.9	4.5	6.1	3.6	2.6	1.6	1.6	5.9

Fuente: Elaboración propia, con base en INSIVUMEH y MAGA, Atlas Hidrológico.

Por ser la información hidrológica muy limitada, los resultados de estimar el caudal anual son muy variables. De tal forma que los resultados que se presentan son aproximados.

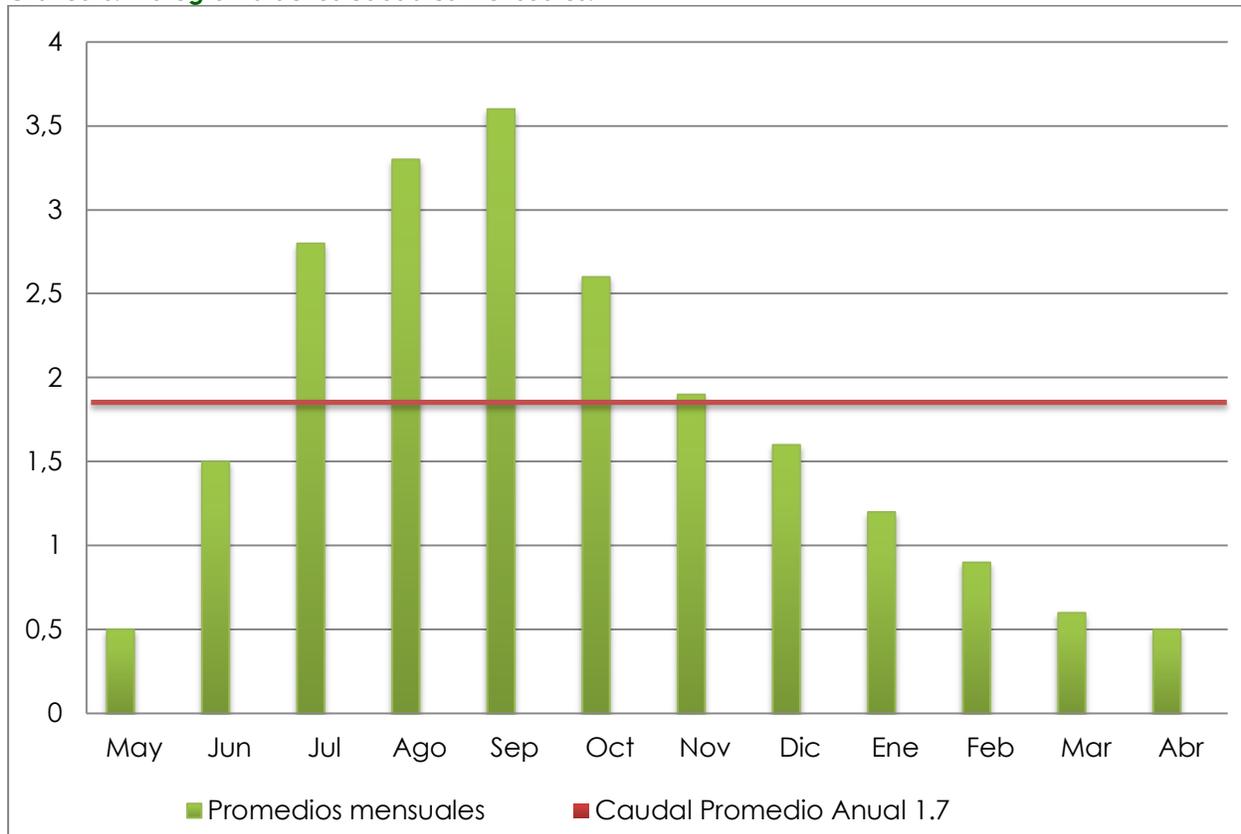
A continuación se muestra el promedio de los caudales mensuales y anuales para la Subcuenca Sumache, determinados con base en la estación Seacacar. Las unidades están expresadas en m³/seg.

Tabla 10. Caudales mensuales.

Seacacar													
Años	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	mar	Abr	Anual
1976			1.6	2.3	3.0	1.1	0.7	1.0	0.7	0.4	0.3	0.3	
1977	0.5	0.9	2.5	2.8	2.2	1.2	1.2	1.6	0.8	0.6	0.5	0.3	1.3
1978	0.6	1.9	3.2	4.4	6.1	2.5	2.8	1.8	0.9	0.7	0.9	0.5	2.2
1979	0.3	2.7	3.5	4.2	1.7	3.4	1.6	2.5	1.0	0.7	0.5	0.4	1.9
1980	0.2	1.3	2.3	3.2	3.4	3.1	1.7	1.6	0.8	1.4	0.7	0.6	1.7
1981	0.6	3.4	3.6	4.8	4.4	3.4	2.5	2.1	2.1	1.1	0.8	0.4	2.4
1982	0.5	1.5	2.8	3.7	3.1	3.2	2.4	1.2	1.0	0.5	0.4	0.3	1.7
1983	0.2	0.6	4.6	2.6	2.7	3.9	1.4	1.5	1.3	1.2	0.6	0.4	1.8
1984	0.6	1.6	2.6	4.4	5.0	3.0	1.3	1.5	1.0	1.1	1.3	0.7	2.0
1985	0.4	0.9	2.1	1.9	2.7	3.1	1.5	1.1	1.0	0.5	0.4	0.3	1.3
1986	0.4	2.4	3.7	3.2	4.2	3.7	2.1	1.0	0.6	0.4	0.4	0.3	1.9
1987	0.2	0.6	2.9	2.4	3.4	1.5	0.9	1.2	1.7	1.5	0.6	0.5	1.5
1988	0.3	1.4	2.2	5.0	4.4	3.3	1.8	1.7	1.8	1.9	1.0	0.8	2.1
1989	0.9	1.7	2.3	2.7	3.0	2.4	2.6	1.7	1.9	1.3	1.3	1.2	1.9
1990	1.3	2.7	2.6	4.1	4.0	2.8	2.6	3.0	2.0	1.0	0.5	0.4	2.3
1991	0.3	1.0	2.5	2.0	3.8	2.0	1.5	2.2	1.1	0.6	0.5	0.5	1.5
1992	0.4	1.4	3.3	2.2	2.8	2.4	2.0	1.7	2.3	0.8	0.6	0.6	1.7
1993	0.4	3.2	2.5	4.5	3.4	2.7	1.9	1.4	0.9	0.6	0.4	0.3	1.9
1994	0.3	0.4	0.5	1.4	5.9	2.1	1.6	1.1	0.7	0.8	0.6	0.5	1.3
1995	0.3	0.7	2.5	3.0	4.6	1.6	1.2	1.2	0.7	0.5	0.5	0.3	1.4
1996	0.9	0.4	2.0	2.5	1.3	2.4	4.8	1.9	0.9	0.9	0.7	0.4	1.6
1997	0.4	1.4	5.0	5.7	3.2	2.5	1.7	1.0	0.7	0.4	0.3	0.3	1.9
	0.5	1.5	2.8	3.3	3.6	2.6	1.9	1.6	1.2	0.9	0.6	0.5	1.7

Fuente: Elaboración propia, con base en INSIVUMEH y MAGA, Atlas Hidrológico.

Gráfica 3. Hidrograma de los caudales mensuales.



Fuente: Elaboración propia.

El enfoque consiste en usar los promedios para cada mes de los caudales mensuales de todo el registro histórico, con ellos se determina un caudal promedio de **3.62 m³/s**.

Utilizando los valores de los caudales mensuales relativos al promedio anual de mayo en un año húmedo, seco y promedio en la estación Seacacar se obtienen las siguientes estimaciones para el caudal promedio.

Con año seco: 1.3 m³/s.
Con año húmedo: 5.0 m³/s.
Con año promedio: 2.8 m³/s.

4.4.2. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua puede considerarse en términos generales como buena, ya que el Río drena desde la parte alta de la Sierra de Santa Cruz, donde aún quedan bosques primarios. Sin embargo, cuando se realizan prácticas de mejora de pastos, se utilizan herbicidas y fungicidas, así como los desechos de aguas servidas y otros elementos, los cuales al llover pueden contaminar los cuerpos de agua.

Superficialmente, en observaciones realizadas en la trayectoria del Río Sumache se pudo determinar que hay poca evidencia de agentes contaminantes, no se percibieron malos olores ni turbidez alta. Para comprobar el estado de la calidad del agua y asegurarse de la presencia o ausencia de agentes microbiológicos se realizó un análisis fisicoquímico y bacteriológico correspondiente, especialmente en cuanto a la presencia de bacterias para poder determinar si el agua se puede recomendar para consumo humano.

Ver Análisis microbiológico y fisicoquímico, realizado en septiembre 2010, por el Laboratorio Biológico Industrial LABIND, para ver detalle ir al anexo No.01.

Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 11. Análisis microbiológico.

Parámetro	Dimensionales	Resultado
Coliformes totales	NMP/100ml	2.1 x 10 ²
Coliformes fecales	NMP/100ml	2.1 x 10 ²
E. Coli	NMP/100ml	2.1 x 10 ²

Fuente: Elaboración propia.

Observaciones: Se detectó la presencia de Coliformes Totales, indicadores de contaminación ambiental o del sistema de distribución.

Se detectó también la presencia de Coliformes Fecales y Eschericia Coli, especie bacteriana considerada como indicadora de contaminación fecal, la cual se atribuye a algunas especies de fauna, puesto que en la parte alta no se encuentran comunidades.

Tabla 12. Análisis fisicoquímico.

Parámetro	Dimensionales	Resultado
pH	Unidades de pH	7.65
Conductividad eléctrica	USiemens/cm	127
Salinidad	0/00	ND
Temperatura	°C	No determinado
Apariencia	-	Limpia
Color	Unidades de color	ND
Turbidez	UNT	ND
Cloro residual	mg/L	ND
Hierro total	mg/L	0.079
Manganeso	mg/L	0.009
Nitritos	mg/L	0.008
Sulfatos	mg/L	15
Nitratos	mg/L	0.64
Fluoruros	mg/L	ND
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	74.69
Calcio	mg/L	3.52
Magnesio	mg/L	17.36
Cloruros	mg/L	14.65
Alcalinidad pH 8.3	mg CaCO ₃ /L	6.0
Alcalinidad pH 4.0	mg CaCO ₃ /L	62
Sólidos disueltos totales	mg/L	50

Fuente: Elaboración propia.

El Potencial de Hidrógeno (pH), se encuentra fuera del Límite Máximo Aceptable, pero dentro del Límite Máximo Permisible. Todos los demás parámetros se encuentran dentro del rango del Límite Máximo Aceptable y por tanto del Límite Máximo Permisible, para ver los límites máximos permisibles, para la descarga de aguas, determinados por el Banco Mundial (BM).

4.4.3. GEOLOGÍA

Con este término se hace referencia a la investigación y estudios de los orígenes de los suelos de Guatemala, y así poder determinar el período o era en que se inició su formación, la composición de cada uno de los mismos y cómo se encuentran distribuidos en los 22 departamentos que componen el país, en cuáles existen volcanes y si las fallas sísmicas atraviesan o pasan por cada uno de estos.

4.4.3.1. INFORMACIÓN GENERAL DISPONIBLE

Datos previos de la geología y geotecnia de la Subcuenca son muy escasos o casi nulos. Pocos estudios sistemáticos han sido llevados a cabo en esta región. Como un inicio se contó con el mapa geológico de la República de Guatemala publicado en el año de 1970 a escala 1:500,000, por el Instituto Geográfico Nacional.

Varios autores han investigado la zona de falla mayor Chixoy-Cuilco-Polochic, con la que está relacionada directamente la génesis de la cuenca del Lago de Izabal. Se citarán únicamente los estudios más relevantes del área.

Sidney Powers (1918) fue el que descubrió por primera vez la Formación Río Dulce, su localidad y tipo. La edad de esta formación está basada en el trabajo de Vaughan (1919), quien identificó corales como del Mioceno inferior. Más tarde Woodring (1923) confirmó esta edad en base a la identificación de moluscos (*Orthaulax aguidillensis*). Para la Formación Herrería en cambio, ya Powers (1918) había reportado capas de carbón (lignito) de hasta un metro de espesor, también Powers y Bartsch (1913) le asignaron una edad de "Plioceno o Pleistoceno" en base a pelecipodos marinos y de agua dulce. No fue sino hasta 1962, cuando P. Gallagher la nombró (Formación Herrería) en un reporte privado de una compañía petrolera.

B. Martínez y P. Grage (1939) realizaron un mapa de Reconocimiento Geológico a escala 1:100,000, de la región del Lago de Izabal, para la Gulf Exploration Company. Más tarde, el Instituto Nacional del Petróleo de Guatemala (1950) elaboró un croquis Geográfico-Geológico de la zona del Río Dulce y el Golfete, a escala 1:100,000. En 1958, la Cía. Guatemala California de Petróleo realizó el mapa Geológico del SW del bloque Puerto Barrios, a escala 1:20,000 esta misma compañía elaboró en ese año el mapa Geológico del bloque Livingston, a escala 1:40,000.

M. Weir y N. Briceño (1988) de la Cía. AMOCO, en el estudio "Potencial Petrolero en la Cuenca del Lago de Izabal, Guatemala", analizan las posibilidades de combustible fósil en los sedimentos terciarios de la cuenca, apoyándose en estudios geológicos estructurales, geofísicos y geoquímicas. En base a correlaciones sismoestratigráficas y estratigráficas, así como con el apoyo paleontológico, se asignó a la parte inferior de la Formación Barrios (Fm, Herrería) una edad de Mioceno medio tardío a Mioceno superior. El ejemplar identificado fue un diente de *Pliomastodon* del género *Gonphotherium* sp. cf. *G. cinquatum* Downs, por Charles Repenning.

B. Mota (1989) realizó la tesis "Stratigraphy of the Coal Bearing Strata (Mioceno) in the Carboneras Región, Izabal-Guatemala"; expone un modelo de depositación para las formaciones terciarias de la zona y asigna a la Formación Carboneras (Herrería) una edad de Mioceno inferior tardío a Mioceno superior temprano, basándose en T, Madden de unos molares de proboscideos, comunes en Europa, Asia y África del Norte, pero muy raros en América. Los géneros corresponden a un *Gomphotherium angustidens* y un *Zygodon tapiroides*.

Tectónicamente, la zona de Izabal ha sido estudiada por varios autores, entre los que están G. Dengo y O. Bohnemberger (1969), quienes describieron los rasgos estructurales más prominentes de la cuenca del Lago de Izabal. Sus observaciones indican lo siguiente: "El movimiento a lo

largo de la zona de falla del Polochic entre el Lago de Izabal y la Bahía de Amatique, ha plegado la Formación Río Dulce (Mioceno) y sedimentos más jóvenes, en un patrón completamente diferente del que resultó de la orogenia Laramidica.

"La formación Río Dulce se depositó en una pequeña cuenca (bahía) limitada al norte y sur por fallas de la zona del Polochic, y su deformación ocurrió durante el Mioceno superior o Plioceno, como resultado del movimiento de esta Zona de falla. El análisis del plegamiento permitió detectar una compresión NE-SW para la cuenca durante el Neogeno inferior".

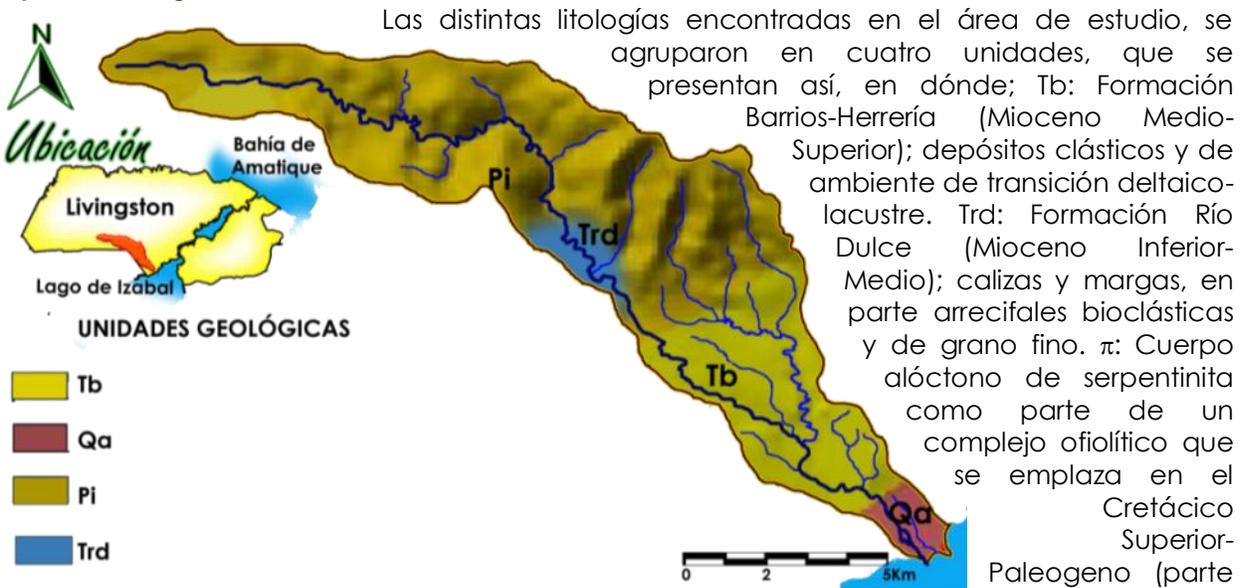
H.H. Wilson (1974), en el área de Senahú (oeste de la sierra de Santa Cruz), evidenció que la Formación Sepur (Campaniano-Maestrichtiano) está en contacto fallado en parte superior (sobrecorrimiento), por un cuerpo masivo de serpentinita que forma la Sierra de Santa Cruz. Lo interpretó como un deslizamiento por gravedad sobre Sepur en el Cretácico tardío, en el cual se mezclaron (entraron) bloques de caliza atribuidos a las Formaciones cretácicas Cobán y Campur; el contacto mencionado es muy claro en el área de Marichaj, Alta Verapaz.

Otros autores han estudiado la zona de falla del Polochic, aunque fuera del área de Izabal, pero que igualmente aportan valiosos datos de interpretación geológica-estructural. Schwartz, Cluff y Donnelly (1979) encuentran en sus estudios de campo al oeste de Guatemala, un desplazamiento Cenozoico sinistral con una pequeña componente norte en la zona de falla de Cuilco-Chixoy-Polochic.

Se han sugerido desplazamientos sinistral durante el cuaternario de menos de un kilómetro (1 Km) en el oeste y parte central de la falla Polochic (Anderson et. al. 1973). Algunos modelos sugieren desplazamientos de unos 130 kilómetros a lo largo del sistema Cuilco-Chixoy-Polochic (Burkart, 1978; Wadge y Burke, 1983; Deaton y Burke, 1984). Los alóctonos cretácicos y del Neógeno que no exhiben grandes desplazamientos, oscurecen las trazas preexistentes de la zona de falla en el oeste de Guatemala según Erdlac y Anderson, 1982; Anderson, Erdlac y Sandstrom, 1985.

4.4.3.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS LOCALES

Mapa 12. Geológico.



Fuente: Elaboración propia, con base en MAGA.

4.4.3.2.1. ALUVIÓN Y SEDIMENTOS DE DEPÓSITOS CUATERNARIOS Y RECIENTES (QA)

En esta unidad se agrupan todos los materiales arrastrados por el Río y que se encuentran depositados a las orillas de su cauce, así mismo, los materiales que forman la planicie que el Río recorre antes de llegar a desembocar al lago de Izabal.

Esta unidad está formada por bloques de distintos tamaño, que van desde tamaño arena hasta cantos rodados (Clasificación de Wentworth).

Predominan los fragmentos de color oscuro, de origen ultrabásico, como era de esperarse al ser la Sierra de Santa Cruz la fuente principal de sedimentos. Los materiales están mal seleccionados, es decir que desde el punto de vista la geología son heterogéneos en su diámetro. No existe ninguna consolidación de los mismos, los aluviones son de extensiones reducidas, y de espesor no mayor de 3-4 metros.

Consisten principalmente en gravas y arenas, así como arcillas que los diferentes Ríos transportan hacia el lago de Izabal, desde las partes altas, principalmente desde la Sierra de Santa Cruz.

Desde el punto de vista tectónico regional, el área de la Subcuenca se emplaza en rocas que han sido deformadas significativamente desde el Cretácico superior o aun antes cuando se emplazan los cuerpos ofiolíticos al norte del actual Lago de Izabal y todas las deformaciones posteriores que las unidades litológicas presentes han sufrido cuando se forma el sistema de falla del Polochic a finales del Paleogeno inicios del Neógeno (Oligoceno superior-Mioceno inferior).

Es decir que el modelo tectónico para la Subcuenca se ve influenciado principalmente por el sistema de falla del Polochic, como traza de falla principal y a partir de esta se generan otras estructuras secundarias asociadas que son identificables regionalmente. Esto por supuesto no descarta que se puedan medir fracturas o fallas que se correspondan con la deformación frágil del esfuerzo compresivo N-S cuando se emplazan los cuerpos ofiolíticos. El análisis de las estructuras medidas lo indicará.

4.4.3.2.2. PERIDOTAS SERPENTINIZADAS COMO PARTE DE UN COMPLEJO OFIOLÍTICO (π)

En esta unidad, se agrupan las rocas ígneas ultrabásicas de color oscuro: peridotitas, peridotitas serpentinizadas, serpentinitas, gabros y dioritas. En rocas expuestas a la meteorización, el color de las mismas es café claro a oscuro. En materiales sanos, el color es verde oscuro a gris verdoso, ambas coloraciones, en superficies frescas. Algunas peridotitas se ven pseudoestratificadas.

Bonis, et al., 1970, señala que rocas ultrabásicas Serpentinizadas afloran al norte del Lago de Izabal, las que Dengo, 1973, nombra Serpentinitas, describiéndolas como una franja de rocas al norte del Río Polochic, en la sierra de Santa Cruz. Carballo, 1981, también nombra Serpentinitas a las rocas Básicas a Ultrabásicas Serpentinizadas que afloran en la sierra de Santa Cruz.

Rosenfeld, J., 1981, mapeando el oeste de la Sierra de Santa Cruz (Ph.D. Thesis State Univ. of New York, Binghamton) encontró que la base del cuerpo alóctono consistía en un melange de serpentinita con argilita altamente deformada. Esta última esta metamorfoseada en la facies de prehnite pumpellyite e interpretada como una unidad de sedimentos pelágicos cabalgados por la ofiolita durante la obducción.

La ofiolita está compuesta por una base de serpentinita harzburgita tectonizada, que encierra un plutón gabroico con asociaciones de cúmulos ultramáficos. Arriba del gabro se encuentran

una zona de diabasa que intruye y alimenta flujos de basalto masivo y en "pillows", con intercalaciones de chert pelágico y calizas.

Esta unidad de rocas ultramáficas aflora extensamente en la zona de influencia de la cuenca del Lago de Izabal, principalmente en los bordes de la misma, siendo el mayor cuerpo el correspondiente a la Sierra de Santa Cruz, en la orilla norte del Lago de Izabal, que es en buena parte donde se encuentra la Subcuenca de Sumache.

Litológicamente estos cuerpos de rocas ultramáficas se componen de peridotitas serpentinizadas, microgabros, pórfidos gabroicos, peridotitas (hazburgitas y piroxenitas) principalmente en el transecto de la Sierra de Santa Cruz que va desde la mina de Exmibal hacia la finca Semuc al norte.

En la ruta hacia Chulac-Mina de Oxec, se observan gabros, microgabros, peridotitas serpentinizadas, normalmente los gabros son diques que intruyen a la peridotita. En la mina de Oxec se observan peridotitas serpentinizadas y también se han reportado lavas almohadilladas y radiolaritas (Rosenfeid, 1980).

El cuerpo ultramáfico de la Sierra de Santa Cruz se encuentra muy fallado y fracturado, buenas exposiciones de espejos de fallas estriados se encuentran en el camino de la cantera de Exmibal y el Estor; así como en la orilla sur hacia el lado de mariscos-Trincheras, Multer P., 1977; en las cercanías del cerro Tipón reporta y mapea también un complejo ofiolítico, en el que encuentra, gabros, peridotitas, andesitas y pillow lavas.

G. Giunta, S. Bellia, J. Méndez y J. Romero, 1992, al norte de Juan de Paz (suroeste de los Amates, Izabal) reportan diques de plagiogranito, gabro y microgabro que intruyen peridotitas serpentinizadas, que exhiben cierta foliación, aparecen también algunas brechas de serpentina. La edad del complejo ofiolítico va de Jurásico superior a Cretácico inferior; y su emplazamiento como alóctono de Cretácico superior a posiblemente Paleoceno inferior.

4.4.3.2.3. FORMACIÓN RÍO DULCE (TRD)

Esta formación aparece exclusivamente en la cuenca del Lago de Izabal y en la cuenca de la Bahía de Amatique (pozos Manglar y Manabique).

Los componentes figurados de la Formación Río Dulce al Este de la Subcuenca en los packstones, son de pelecípodos, ostreidos, gasterópodos, algas y foraminíferos, además se presentan algunos fragmentos centimétricos de corales en forma de velo; eventualmente aparecen horizontes de areniscas conglomeráticas, con clastos de hasta cinco centímetros con granos bien redondeados de cuarzo.

En algunas areniscas de matriz calcárea con abundantes fragmentos biogenerados, se encuentran abundantes macroforaminíferos (peneroplidae) y algunos dientes de pececillos.

Al norte de la finca el Paraíso, hacia el lugar denominado El Bongo, orilla Norte del lago de Izabal, las calizas de la Formación Río Dulce presentan abundantes algas concéntricas (oncolitos), sílice alveolar (caliza alveolar; comunicación personal, de R. marocco, 1995). Algunas de estas calizas presentan gasterópodos y nódulos de chert asociados muy cercanamente con tapices algáceos.

La edad de las calizas de la Formación Río Dulce se ha asignado como del Mioceno inferior (Vaughan, 1919; Woodring, 1928), sin embargo, otros autores le asignan una edad de Oligoceno-Mioceno superior (NORCONSULT, 1988), actualmente, por lo menos en lo que se expone en superficie de la formación Río Dulce, por la asociación faunística, especialmente los foraminíferos, se está confirmando la edad de Mioceno inferior (Jorge Romero, 1992).

Está formada por calizas cristalinas de grano fino a medio (wackestones predominantemente). En algunas partes, la roca está bien estratificada, con estratos de 1 a 30 centímetros de espesor.

Las rocas de la Formación Río Dulce, en el área de estudio afloran únicamente en la zona de la casa de máquinas por lo que su descripción se limita a unos pocos párrafos, ya que en el área está cubierta por una gruesa capa de suelos de coloración café claro a oscuro.

Vinson, 1962, se refiere a esta formación a una secuencia de calizas de grano muy fino de color crema a blanco, conglomerados y brechas de calizas, con capas locales de lutitas y dolomías, con un espesor aproximado de 1,000 metros.

Para el área de la Subcuenca, no es claro si la formación Río Dulce está en contacto fallado con el cuerpo del Complejo Ofiolítico. Aunque es posible que dada la diferencia de edades, sean las calizas las que se hayan depositado en parte sobre el complejo ofiolítico.

4.4.3.2.4. FORMACIÓN IZABAL -HERRERÍA O BARRIOS- (TB)

Esta formación terciaria se expone en una franja paralela a la costa del mar Caribe (Bahía de Amatique), en el Río Lámpara y el área de Las Pavas. Siguiendo una franja paralela a la costa, más ancha y al suroeste de la desembocadura del Río Dulce, prácticamente paralela a la carretera que va del Río Amatillo a Ciénega, se encuentran buenos afloramientos de la formación Izabal. También se le puede encontrar en la orilla norte del Lago de Izabal, luego de pasar los aluviones más recientes.

En general la Formación Herrería hacia el Caribe es bastante fosilífera y con mucho contenido de materia orgánica, entre los fósiles que se observan se pueden mencionar gasterópodos, pelecípodos, ostreidos, foraminíferos, dientes de peces, algunos fragmentos leñosos silicificados y bioturbaciones.

En la zona del Río Carboneras al este del lago de Izabal, aparece una secuencia carbonosa muy fosilífera, entre los que se pueden citar: pelecípodos abundantes gasterópodos, restos de vertebrados mamíferos, dientes de peces, dientes de cocodrilo, dientes de mastodontes (B. Mota, 1989; Weir & Briceño, 1988.), caparazones de tortuga, ostrácodos (B. Mota, 1989; F. Monterroso, 1991), y otros microfósiles.

Hacia la ruta Fronteras-Petén al noreste de la Subcuenca Sumache, esta formación además de exhibir la litología anteriormente descrita, presenta potentes conglomerados, algunos de ellos con abundantes lentes arenosos.

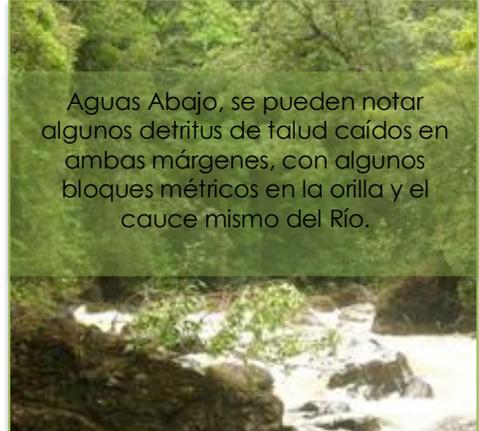
La edad de la Formación Herrería o Barrios se ha citado normalmente como del Plioceno-Pleistoceno, pero los datos aportados por Mota (1989) y AMOCO (1988) y recientemente con la datación de algunos fósiles (molar de herbívoro, comunicación personal de R. marocco; en J. Romero, 1992), así como la presencia de ciertos foraminíferos: *Ciclo-orbiculina compressa* y *C. americana* (dato proporcionado por J. Méndez, 1992), indican más bien una edad de Mioceno medio a Mioceno superior para la Formación Herrería.

4.4.3.3. LEVANTAMIENTO FOTOGRÁFICO

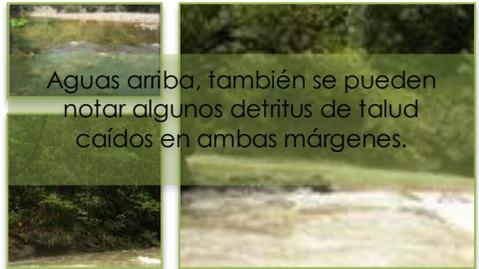
Fotografía 8. Márgenes del Río Sumache, aguas abajo y aguas arriba.



El tectonismo que ha afectado al cuerpo aloctono ofiolítico ha hecho que este se presente muy fracturado.



Aguas Abajo, se pueden notar algunos detritus de talud caídos en ambas márgenes, con algunos bloques métricos en la orilla y el cauce mismo del Río.



Aguas arriba, también se pueden notar algunos detritus de talud caídos en ambas márgenes.

Fuente: Elaboración propia.

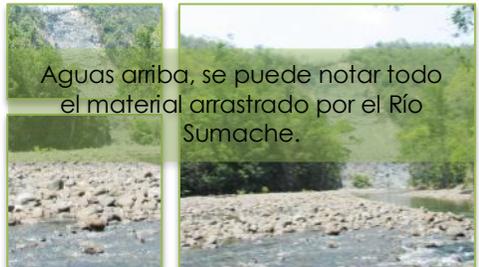
Fotografía 9. Rocas ultrabásicas y material arrastrado.



Se puede notar el fracturamiento del macizo rocoso y la pseudoestratificación que forman las diaclasas.



Se observan las rocas ultrabásicas y se puede notar la intensidad del fracturamiento existente en el macizo rocoso.



Aguas arriba, se puede notar todo el material arrastrado por el Río Sumache.

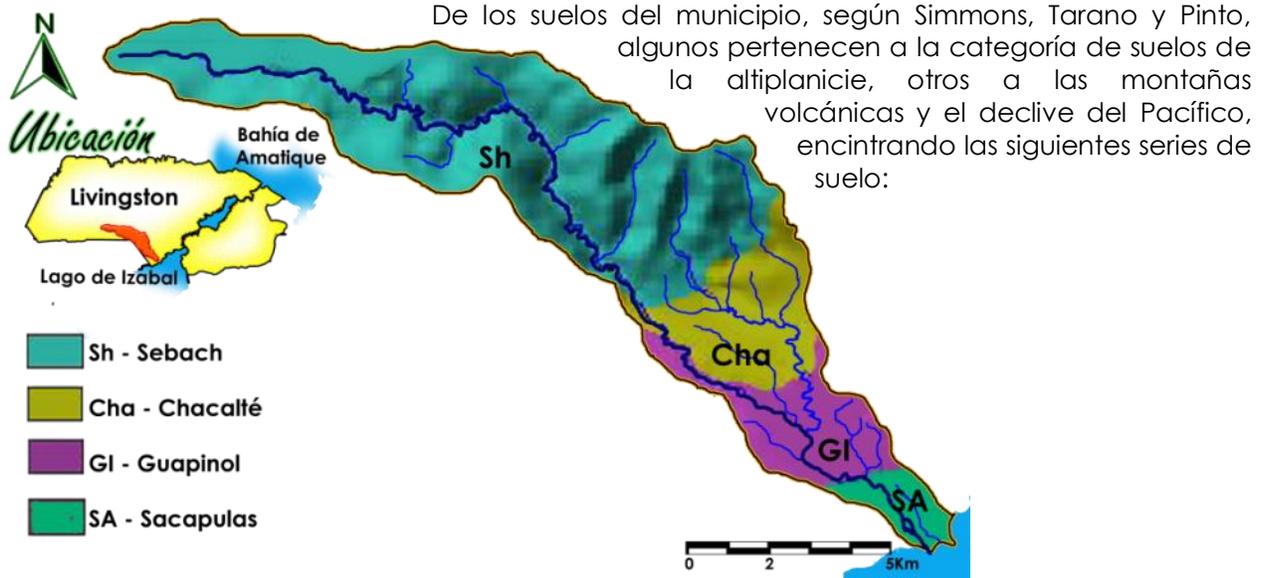
Fuente: Elaboración propia.

4.4.4. SUELOS

Los tipos de suelos se clasifican en función de identificar la recuperación y/o rehabilitación del área intervenida, que permita evaluar el potencial de pérdida de suelos fértiles.

4.4.4.1. SERIE DE SUELOS

Mapa 13. Serie de suelos.



Fuente: Elaboración propia, con base en INE y MAGA.

4.4.4.2. TAXONOMÍA DE LOS SUELOS

El suelo se clasifica según la taxonomía como:

Mapa 14. Taxonomía de suelos.



Fuente: Elaboración propia, con base en INE y MAGA.

Tabla 13. Órdenes y características de la taxonomía de suelos.

Orden	Características	Significado	Elemento Formativo
Alfisolos	<ul style="list-style-type: none"> Horizonte argílico, kándico o nátrico. Saturación con bases mayor o igual a 35%. Pueden tener petrocálcico, fragipan o duripan. 	Alf, silaba sin sentido (pedalfer)	 alf
Ultisolos	<ul style="list-style-type: none"> Horizonte con apreciable cantidad de arcilla silicatada translocada (argílico o Kándico) y pocas bases (SB menor que 35%). La saturación con bases disminuye con la profundidad. 	Del latin ultimus: último.	 ulfi
Entisolos	<ul style="list-style-type: none"> Poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos. Epipedón ócrico. Muchos son arenosos o muy superficiales. 	Ent, sin sentido, reciente.	 ent

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4.3. CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

Mapa 15. Capacidad de uso de la tierra.



La capacidad productiva de la tierra se define a través de las distintas prácticas agrícolas, pecuarias, forestales, análisis de laboratorio, topografía del terreno, profundidad, rocosidad, etc., determinando de esta manera la forma más apta en que se puede aprovechar un área de terreno.

A través de estas formas o prácticas, se han clasificado los niveles de productividad de la tierra, siendo para Guatemala 8 los niveles de clasificación. De estas ocho clases agrológicas la I, II, III y IV son adecuadas para cultivos

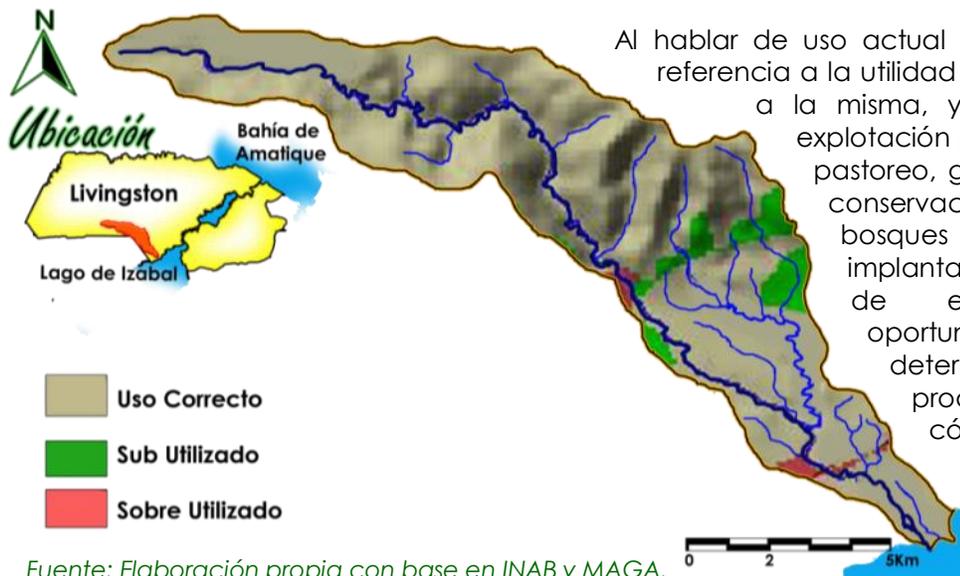
Fuente: Elaboración propia con base en INE y MAGA.

agrícolas con prácticas culturales específicas de uso y manejo. Las clases

V, VI, y VII pueden dedicarse a cultivos perennes, específicamente bosques naturales o plantados, en tanto que la clase VIII se considera apta sólo para parques Nacionales, recreación y para la protección del suelo y la vida silvestre, según la clasificación hecha por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). En la Subcuenca del Río Sumache están representadas cinco de las ocho clases agrológicas indicadas, predominando las clases VI Y VIII.

4.4.4.4. INTENSIDAD DE USO DEL SUELO

Mapa 16. Intensidad de uso.



Al hablar de uso actual de la tierra, se hace referencia a la utilidad que se le está dando a la misma, ya sea con fines de explotación por medio de cultivos, pastoreo, ganado, urbanización, conservación de suelos, bosques naturales e implantados, etc., teniéndose de esta manera la oportunidad de poder determinar cuál es la producción de la zona y cómo se desarrolla su economía. Según el INAB, el 90.2% de la Subcuenca del Río Sumache es de uso correcto.

Fuente: Elaboración propia con base en INAB y MAGA.

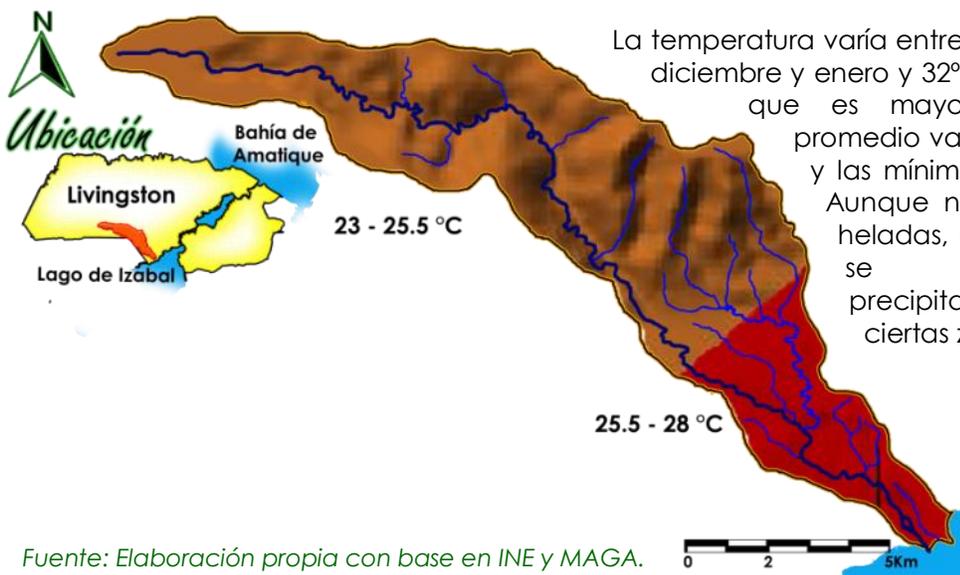
4.4.5. COMPONENTE CLIMÁTICO

Como se indicó en el inicio del capítulo, el 98.7% de la Subcuenca del Río Sumache pertenece al clima de tipo tropical cálido y húmedo con condiciones bioclimáticas propias de la zona de vida del Bosque Muy húmedo subtropical cálido, bmh-S(c).

4.4.5.1. ELEMENTOS DEL CLIMA

4.4.5.1.1. TEMPERATURA

Mapa 17. Temperatura promedio.

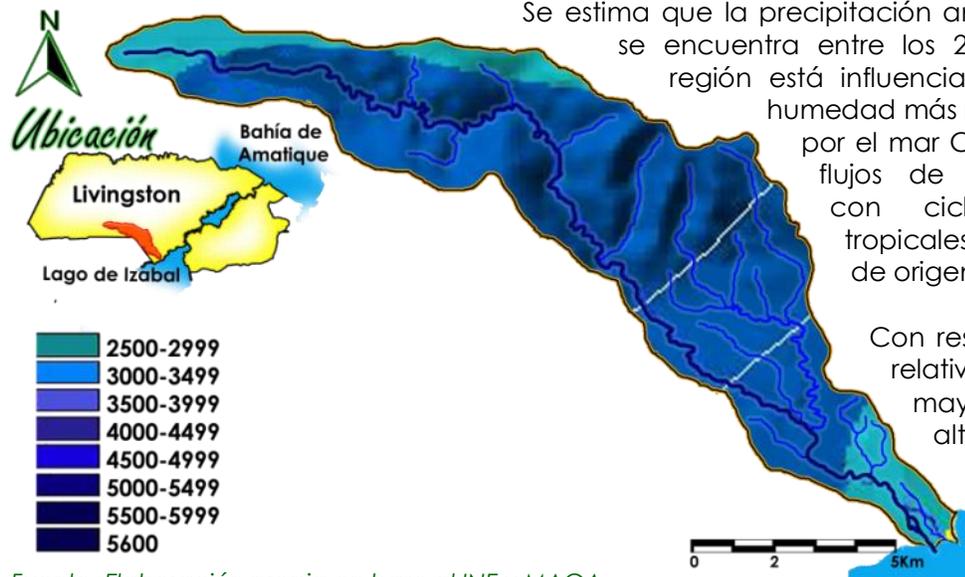


La temperatura varía entre 23°C en los meses de diciembre y enero y 32°C en el mes más seco que es mayo. Las temperaturas promedio varían entre 23°C y 28°C y las mínimas entre 17°C y 23°C. Aunque no se han presentado heladas, en algunas ocasiones se han registrado precipitaciones de granizo en ciertas zonas del municipio.

Fuente: Elaboración propia con base en INE y MAGA.

4.4.5.1.2. PRECIPITACIÓN

Mapa 18. Precipitación.



Se estima que la precipitación anual en la Subcuenca se encuentra entre los 2,500 y 5,500 mm. La región está influenciada por la fuente de humedad más importante constituida por el mar Caribe, que da lugar a flujos de humedad asociados con ciclones y tormentas tropicales, que forman lluvias de origen ciclónico.

Con respecto a la humedad relativa del aire, es en la mayor parte del año muy alta, y baja solamente al medio día de los 85-95 por ciento hasta 55-60 por ciento.

Fuente: Elaboración propia en base al INE y MAGA.

4.4.5.1.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN

Mapa 19. Evapotranspiración.



La evapotranspiración varía en la Subcuenca entre los 1,600 y 1,799mm.

Fuente: Elaboración propia con base en INE y MAGA.

4.4.5.1.4. VIENTOS

En la región predominan los vientos alisios que se desplazan del noroeste y sureste, con velocidades medias mensuales bajas. Durante la época lluviosa, debido a la influencia del mar Caribe en el Golfo de México, aparecen lluvias torrenciales y vientos de 75 km/h y más.

4.4.6. CALIDAD DEL AIRE

El aire de la zona puede considerarse como de buena calidad, no hay en los alrededores industrias y no hay fuentes fijas ni móviles que puedan causar emisiones contaminantes a la atmósfera. Además debe tomarse en cuenta que la cercanía del lago de Izabal al sur y La Sierra de Santa Cruz al norte proveen condiciones excelentes ambientales para la buena calidad del aire.

Ruido. No existe ningún ruido alto en el área de la Subcuenca.

Olores. No existe ninguna fuente de emisión de olores fuertes y desagradables en el área.

4.4.7. AMENAZAS NATURALES

Las causas naturales identificadas, que en algún momento podrían afectar el desarrollo y la operación de un Proyecto Hidroeléctrico en la Subcuenca del Río Sumache, se deberían principalmente a aspectos climáticos locales y regionales como tormentas, sismos o temblores, y de manera secundaria aunque no menos importante a movimientos de masa y erosión, pero que también se relacionan con los fenómenos anteriormente indicados. Lo que indica que las amenazas naturales que tienen que tomarse en cuenta dentro de la Subcuenca son los sismos y las potenciales tormentas durante los inviernos fuertes principalmente cuando ocurren los excesos de lluvia, así como por la presencia misma del Río.

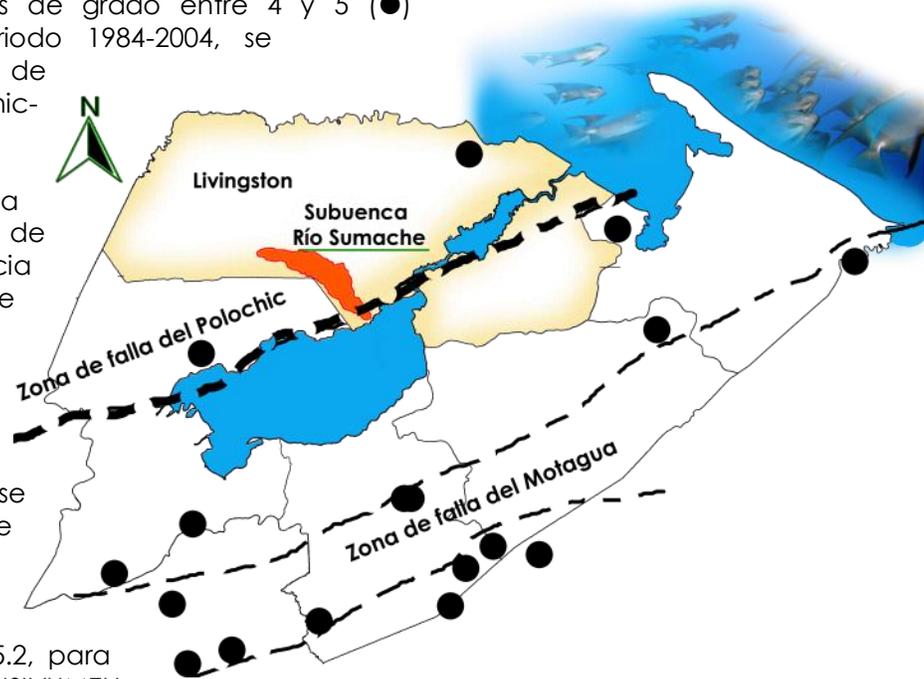
4.4.7.1. AMENAZAS SÍSMICAS

Los epicentros de sismos de grado entre 4 y 5 (●) reportados para el periodo 1984-2004, se alinean según las trazas de falla del sistema Polochic-Motagua.

La cercanía de la Subcuenca con la zona de falla del Polochic potencia la probabilidad de ocurrencia de sismos de intensidades ≥ 4.5 grados en la escala de Richter, e incluso hasta posibles terremotos (≥ 6.5 grados). Para Izabal se reportan epicentros de sismos someros (profundidad menor a 30 Km) con magnitud instrumental entre 4.5 y 5.2, para los años de 1984-2003 (INSIVUMEH, 2001-2003). El hecho de estar en una zona

influenciada por el sistema de fallas Polochic-Motagua, hace que potencialmente la Subcuenca se vea sometida a una sismicidad significativamente alta, como lo potencia también la cercanía del epicentro del terremoto de 1976 en los Amates, Izabal. De hecho los epicentros se alinean según las trazas de las fallas principales del sistema Polochic-Motagua, como se puede apreciar en el mapa.

Mapa 20. Epicentros en la Subcuenca.



Fuente: Elaboración propia en base al INSIVUMEH.

4.4.7.2. AMENAZA VOLCÁNICA

La Subcuenca del Río Sumache se localiza en una zona identificada con nula peligrosidad de caída de piroclastos.

4.4.7.3. MOVIMIENTOS EN MASA

Fotografía 10. Movimientos en masa aguas abajo del Río Sumache.



Este ha sido provocado por saturación de agua y, sumada la inestabilidad producida al macizo rocoso, por la intensidad del fracturamiento.

Los movimientos de masa se relacionan con la intensidad de fracturamiento del macizo rocoso, en el grado de meteorización de las rocas, así como del volumen de saturación de agua del terreno o la presencia de agua entre las fracturas; que a su vez se relacionan con los períodos de inviernos severos que es donde existen más probabilidades de que ocurran movimientos de masa (deslizamientos de tierra).

En la Subcuenca la erosión se activa principalmente en los drenajes naturales a través del sistema de Ríos y quebradas y de las áreas con topografía más inclinada. Un ejemplo de estos factores se evidencia en el movimiento de masa mostrado en la fotografía.

Fuente: *Elaboración propia.*

4.4.7.4. EROSIÓN

Por la presencia de bosques naturales de la Subcuenca no se visualiza que puedan ocurrir problemas de erosión.

4.4.7.5. INUNDACIONES

Por el hecho de ser un cuerpo de agua continuo (Río Sumache) se potencia la posibilidad de inundación.

4.4.7.6. OTROS

4.4.7.6.1. INCENDIOS FORESTALES

La Subcuenca no se encuentra expuesta a incendios forestales, esta situación es constante por no existir las condiciones para que se desarrolle un incendio forestal como lo pueden ser: pendientes, baja humedad en época seca, suficiente material inflamable. A nivel local no se han reportado incendios.

4.4.7.6.2. SUSCEPTIBILIDAD

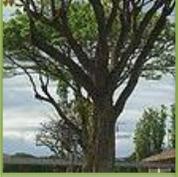
De las observaciones realizadas en el campo donde se constató la presencia de vegetación importante, tanto en el bosque como en la Subcuenca alta del Río Sumache, se puede decir que la susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos naturales va de moderada a baja.

4.4.8. FLORA

Como se ha indicado antes, en la parte alta de la Subcuenca del Río Sumache, se encuentra la Sierra de Santa Cruz, donde se ha considerado que la flora de este lugar representa una selva primaria alta, así la mayor parte se encuentra cubierta de bosques naturales primarios.

Aun cuando el avance de la frontera agrícola es acelerado y debido a las prácticas de sistemas tradicionales de cultivos que involucran la tumba y quema combinada con agricultura itinerante, algunas partes significativas del bosque están siendo afectadas muy significativamente. Se encuentran árboles dominantes como Canxán - Terminalia amazonia, Chicozapote - Achras sp. y Santa María - Calophyllum brasiliense, entre otros.

Ilustración 15. Especies arbóreas y herbáceas.

						
ACALYPHA DIVERSIFOLIA Palo de Sangre	ACHRAS SP. Zapote	ALCHORNEA LATIFOLIA Carretón o Captón	ASTRONIUM GRAVEOLENS Ronron o Palo Obero	BERMOULLIA FLAMMEA Yacut	BROSIMUM ALICASTRUM Ramón Blanco	BURSERIA SIMARUBA Chacaj Colorado
						
CALOPHYLLUM BRASILIENSE Santa María	CECROPIA SP.	CEIBA PENTANDRA Ceiba	CHAMAEDOR EA SP. Pacaya	CLIDEMIA OCTUNA Planta Hembra	COLOCARPU M VIRIDE Injerto	CORDIA ALLIODORA Cordia o Laurel
						
CYBISTAX DONNELL SMITHII Palo Blanco	DIALIUM GUANENSIS Ripake o Quebra Hacha	ENTERCOLOBIUM YCLOCARPUM Conacaste	GUAREA SP. Cedrillo	GUAREA TROMPILLO Cedrillo o Cola de Pava	GUATERIA ANOMALA Elmuy o Mitache	HYMENEA COURBARIL Guapinol

						
LICAREA CORIACEA Capalchi	LYCANIA PLATYPUS Zunza, Zunzapote	PACHIRA ACUATICA Zapote Bobo	PITHECELLOBI UM LEUCOCALYX Guacibán, Yaxché Negro	PLATYSMICIUM DIMORPARDHRUM Palo Marimba u Hormigo	POULSENIA ARMATA Chichicaste	POUTERIA SAPOTA Zapote Mamey

						
PSUDOLMEDIA OXIPHYLLARIA Mana Negro o Cerecillo	SCHIZOLOBIUM PARAHYBIUM Amapola	SEBASTIANA LONGICUSPIS Chechén Blanco	SEDEROXYLUM TEMPISQUE Tempisque	SWENTIA PANAMENSIS Chichipate	SWETENIA MACROPHYLL A Caoba	TERMINALIA AMAZONIA Canxán

						
TETROCHIDIUM ROTUNDANTUM Canjura Negra o Pelagente	VATAIREA LUNDELI Palo Zope, Frijolillo o Danto	VOCHYSIA HONDURENSIS San Juan	XANTHOSOMA ROBUSTUM Quequexque	YUCCA SP. Izote	ZANTHOXILUM MICROCARPUM Palo Lagarto	ZUELANIA GUIDONIA Tamay

Hacia la parte baja de la Subcuenca, el paisaje predominante está conformado por charrales o guamiles donde abundan especies arbustivas que crecen a veces como malas hierbas como melastomaceas y piperaceas.-

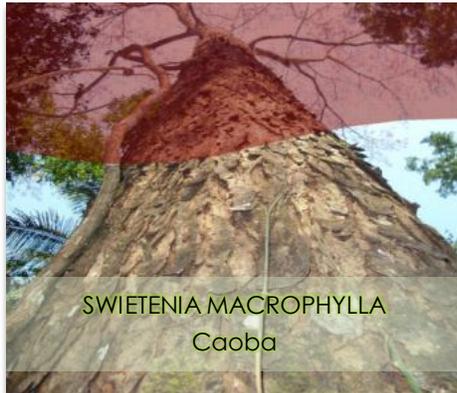


Fuente: Elaboración propia.

4.4.8.1. ESPECIE AMENAZADA O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN

Una especie amenazada es aquella cuya población en estado natural se encuentra en peligro, ya sea por reducción en el número de individuos, pérdida de hábitat o considerada vulnerable y cuya supervivencia es poco probable si continúan los mismos factores. En la parte alta de la Subcuenca, aún hay una especie que puede estar amenazada: la caoba, *Swietenia Macrophylla*.

Ilustración 16. Especie amenazada.



Clasificación Científica:	Reino: Plantae
	División: Magnoliophyta
	Clase: Magnoliopsida
	Orden: Sapindals
	Familia: Meliaceae
	Género: <i>Swietenia</i>
	Especie: <i>S. macrophylla</i>

Hábitat

- Se la halla en Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Dominica, Ecuador, El Salvador, Guyana Francesa, Guadalupe, Guatemala, Guyana, Honduras, Martinica, México, Montserrat, Nicaragua, Panamá, Perú, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Venezuela. Está amenazada por pérdida de hábitat.

Descripción

- Árbol de 35 a 50 m, raramente hasta 70 m de altura. Copa abierta, redondeada en forma de sombrilla. Tronco recto, sin ramas hasta cierta altura, algo acanalado, con sistema radical profundo. Ramas gruesas ascendentes, escasas, retorcidas por arriba de los 25 m. A través de las grietas de la corteza puede verse el color rojizo de la madera, que da nombre al color caoba. Madera muy pesada y maciza, por lo que se hunde rápidamente en el agua. Es una madera de grano fino, ideal para la ebanistería por ser fácil de tallar, de gran valor para la elaboración de muebles y, en general, constituye una de las maderas de mayor valor en el mercado mundial. Flores pequeñas, verdosas amarillentas, hermafrodita (ambos sexos en la misma inflorescencia); las masculinas más abundantes que las femeninas, ambas muy perfumadas. Frutos abiertos de caobo con semillas ya visibles.



Fuente: Elaboración propia.

4.4.8.2. ESPECIES ENDÉMICAS

Una especie endémica es aquella cuya distribución se encuentra restringida a un área geográfica particular; el endemismo puede ser a nivel local o regional.

También hay presencia de algunas especies que son endémicas regionales, especialmente en los remanentes de bosque como *Trichilia* sp., *Monstera* sp., *Dalbergia* sp., *Erythrina* sp., *Topobea* sp., y *Peperomia* Sp.

Ilustración 17. Especies endémicas regionales por género.

					
DALBERGIA SP. Género de pequeños a medianos árboles, arbustos y lianas de la familia de leguminosas, Fabaceae. Nativa de regiones tropicales.	ERYTHRINA SP. Género de la familia Fabaceae, de las regiones tropicales y subtropicales del mundo entero. Sus miembros son árboles cuyas alturas superan los 30 m.	MONSTERA SP. Género de la familia Araceae. Es originario de América tropical. Los miembros se distinguen por sus hojas inusuales con agujeros naturales.	PEPEROMIA SP. Uno de los dos grandes géneros de la familia de las Piperaceae. Son compactas y perennes, crecen sobre madera podrida. Se halla en regiones tropical y subtropical.	TOPOBEA SP. Género de plantas en la familia Melastomataceae.	TRICHILIA SP. Género botánico de plantas con flores en la familia de las Meliaceae.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.8.3. ESPECIES INDICADORAS

Una especie indicadora es aquella que por sus características particulares, da información sobre la condición general de un ecosistema y de las otras especies presentes en el mismo. Estas especies, señalan la calidad y los cambios en las condiciones bióticas y abióticas del ambiente. Las especies indicadoras de acuerdo a la zona de vida vegetal son las siguientes.

Ilustración 18. Especies indicadoras.





Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 19. Especies indicadoras por género.

						
CECROPIA SP. Género de especies de árboles que se hallan en Centroamérica y Sudamérica.	COSTUS SP. Género nativo de climas templados y media sombra en climas cálidos.	CYPERUS SP. Género nativo de regiones tropicales como templadas. Son plantas perennes, pueden llegar a dominar o monopolizar ambientes determinados.	HELICONIA SP. Género de plantas tropicales, originarias de Suramérica, Centroamérica, las islas del Pacífico e Indonesia.	LUEHEA SP. Género de plantas con flores con 46 especies perteneciente a la familia de las Malvaceae.	PIPER SP. Género económica y ecológicamente importante, con arbustos, hierbas y lianas, de las cuales hay especies sobreabundantes en su hábitat nativo.	SOLANUM SP. Contiene 3 especies cultivadas a nivel mundial: la papa, el tomate y la berenjena, el grupo menos popular del género pero el más importante desde el punto de vista económico.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.9. FAUNA

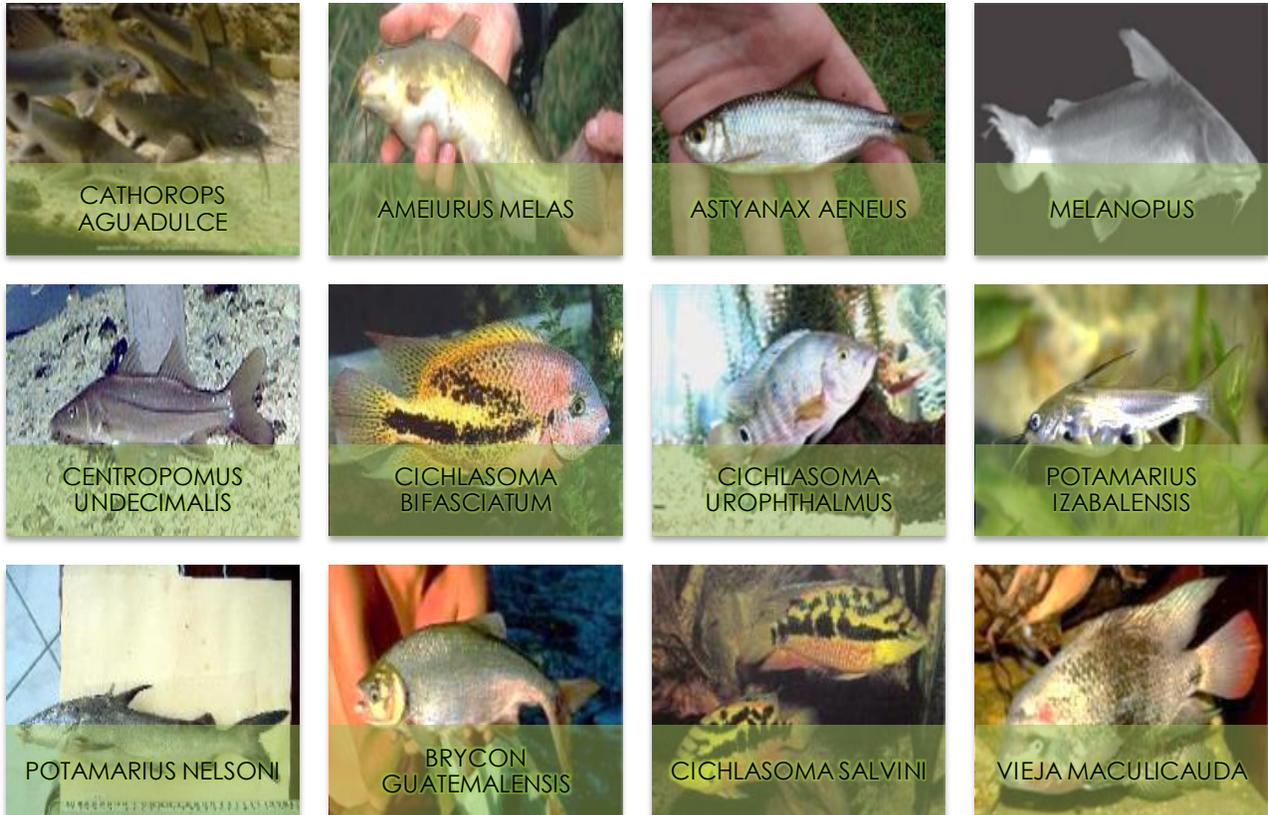
Para el estudio de la fauna se hicieron recorridos en el área, así como entrevistas a personas que se dedican a la cacería (para obtener información de primera mano), ya que las especies cinegéticas son muy importantes en la región.

En gabinete se realizó la revisión bibliográfica de artículos científicos, informes técnicos, tesis y claves elaboradas para la identificación.

4.4.9.1. PECES

En el Río Sumache, especialmente en la parte baja cercana al Lago de Izabal, se encuentran peces que los pobladores todavía pueden pescar.

Ilustración 20. Peces.



Fuente: Elaboración propia, con base en FUNDARY, 1992. Estudio técnico del Área de Protección Especial Sierra de Santa Cruz.

4.4.9.2. AVES

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), en su estado de conservación, esta especie se encuentra AMENAZADA, aunque el número de ejemplares aumenta lentamente desde 1980²⁰.

Ilustración 21. Especie de ave amenazada.

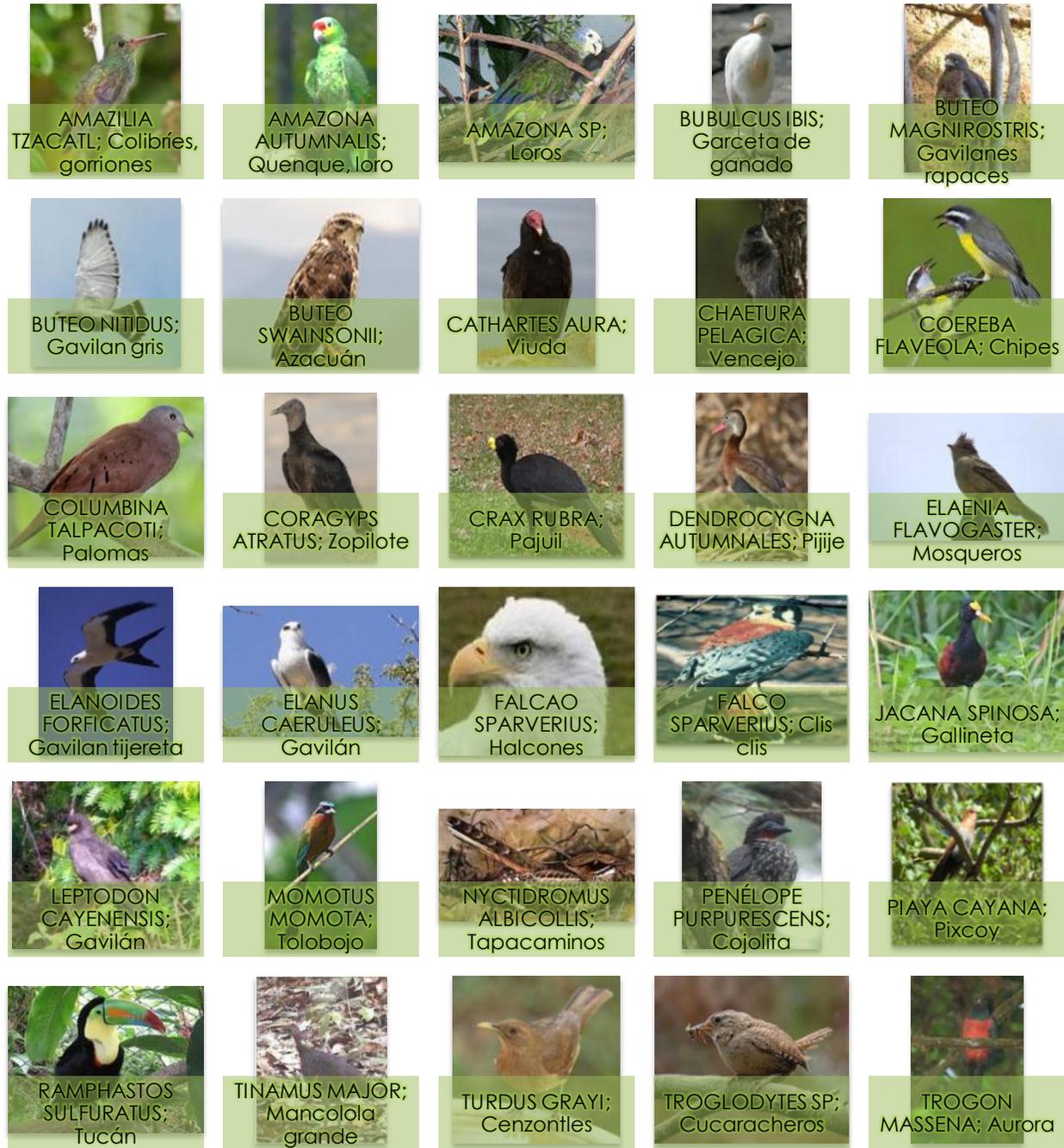


Fuente: Elaboración propia BirdLife International (2004).

²⁰ BirdLife International (2004). Versión 2009.1 Lista Roja de Especies Amenazadas IUCN.

Según IUCN, en su estado de conservación todas las siguientes especies se encuentran dentro de PREOCUPACIÓN MENOR²¹.

Ilustración 22. Aves.



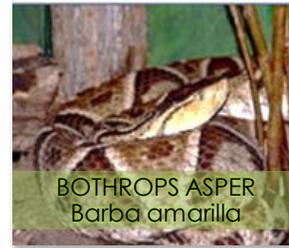
Fuente: Elaboración propia, con base en la Fundación Mario Dary, GT (FUNDARY), 1992. Estudio técnico del Área de Protección Especial Sierra de Santa Cruz.

4.4.9.3. ANFIBIOS Y REPTILES

Según la información recabada, las especies de anfibios y reptiles que podrían habitar en el área de la Subcuenca son:

²¹ BirdLife International (2004). Version 2009.1 Lista Roja de Especies Amenazadas IUCN.

Ilustración 23. Anfibios y reptiles.

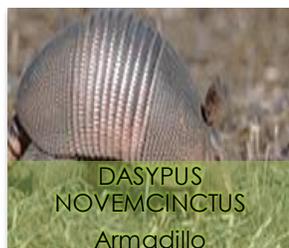
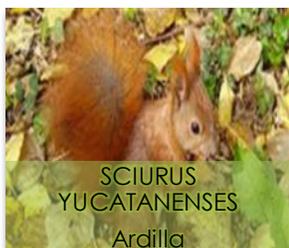
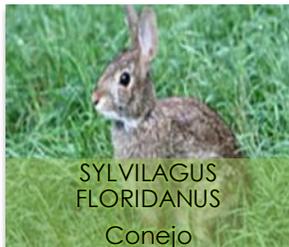


Fuente: Elaboración propia, con base en FUNDARY, 1992. Estudio técnico del Área de Protección Especial Sierra de Santa Cruz.

4.4.9.4. MAMÍFEROS

Los bosques que aún se encuentran en la zona, especialmente en la parte alta de la Subcuenca del Río Sumache, han permitido la permanencia de mamíferos, aunque están siendo sujetos de una gran depredación por la cacería furtiva.

Ilustración 24. Mamíferos.



Fuente: Elaboración propia, con base en FUNDARY, 1992. Estudio técnico del Área de Protección Especial Sierra de Santa Cruz.

4.4.9.5. ESPECIES AMENAZADAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN

A continuación se hace una referencia a los trabajos que se han realizado sobre fauna amenazada para la región de los bosques tropicales lluviosos. La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD, 1999) hizo una recopilación de información concerniente a especies amenazadas para países de Centro América y México tomando en cuenta criterios de instituciones estatales.

4.4.9.5.1. MAMÍFEROS AMENAZADOS

Según información proporcionada por los cazadores y las fuentes de información consultadas se ha podido establecer que hay especies que están sufriendo estragos por la cacería como venados, coches de monte, hurones y trigillos. No hay mamíferos grandes, pero estas se consideran como especies amenazadas por la convención Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Ilustración 25. Especies amenazadas o en peligro de extinción.



Clasificación Científica:	Reino: Animalia
	Filo: Chordata
	Clase: Mammalia
	Orden: Carnivora
	Familia: Felidae
	Subfamilia: Felinae
	Género: <i>Leopardus</i>
	Especie: L. wiedii

Descripción física:

- Es muy similar al ocelote, con menor tamaño (entre 40 y 60 cm de cabeza y cuerpo) y un peso promedio de 3,5 kg. Ojos grandes y cola muy larga (puede medir más del 70% de la longitud de la cabeza y cuerpo). Estas son características de su adaptación para la vida arbórea.



Clasificación Científica:	Reino: Animalia
	Filo: Chordata
	Clase: Mammalia
	Orden: Artiodactyla
	Familia: Tayassuidae
	Género: <i>Tayassu</i>
	Especie: T. tajacu

Descripción física:

- Presenta una altura de medio metro en la cruz y una longitud de 70 a 110 cm y cola de 2 a 5 cm. Se caracteriza por un pelaje de cerdas castañonegruzcas y una mancha blanca que recuerda a un collar en la base del cuello.



EIRA BARBARA
Nombre Común: **Hurón**
Clasificación: **CONAP**

Clasificación Científica:	Reino: Animalia
	Filo: Chordata
	Clase: Mammalia
	Orden: Carnivora
	Familia: Mustelidae
	Subfamilia: Mustelinae
	Género: <i>Eira</i>
	Especie: <i>E. barbara</i>

Descripción:

- La longitud del cuerpo alcanza de 58 a 75 cm, la de la cola a los 42 cm. pesa en promedio 5 kg. La cabeza es ancha y de tamaño proporcionalmente grande con relación al cuerpo, en comparación con otros mustélidos. Las patas son relativamente largas. El manto es suave de pelo corto y de color sepia, negro o castaño uniforme. Se alimenta de mamíferos pequeños, reptiles y aves, incluidos animales domésticos. También consume frutas. Desarrolla actividad diurna y nocturna. Se refugia en cavidades de los árboles o en madrigueras subterráneas arrebatadas a otros animales.



ODOCOILEUS VIRGINIANUS
Nombre Común: **Venado**
Clasificación: **CITES III**

Clasificación Científica:	Reino: Animalia
	Filo: Chordata
	Clase: Mammalia
	Orden: Artiodactyla
	Familia: Cervidae
	Género: <i>Odocoileus</i>
	Especie: <i>O. virginianus</i>

Descripción física:

- La punta de la cola es blanca lo que le sirve para batirla como señal de alarma. Presenta dimorfismo sexual. Miden entre 160 y 220 cm y tienen una alzada entre 80 cm y un metro. Los ejemplares tropicales son de menor tamaño pesan menos y generalmente no sobrepasan los 130 lb. Los machos presentan cornamentas ramificadas entre 8 y 64 cm se renuevan cada año después del apareamiento.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.9.6. ESPECIES INDICADORAS

Ilustración 26. Especies Indicadoras de mamíferos.



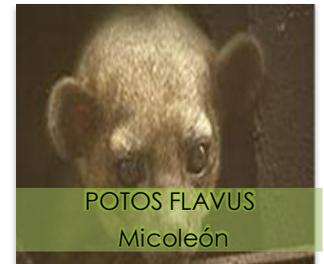
CUNICULUS PACA
Tepescuintle



DASYPROCTA PUNCTATA
Cotuza



PROCYON LOTOR
Mapache



POTOS FLAVUS
Micoleón

Fuente: Elaboración propia.

4.4.10. CENTROS POBLADOS

Dentro de la subcuenca se encuentran:

Mapa 21. Centros poblados.



1. Los caseríos Caimanes y Sumache de la Aldea La Esperanza.
2. El caserío Santa Elena, perteneciente a la cabecera Livingston con categoría de pueblo.
3. El Sitio Turístico Punta caimanes.
4. Los parajes: Saquipec, Río Sumache y Río Pita.
5. Cuatro Fincas: El Toronjé, Miralá, El Remanso y Valle Lindo.

4.4.10.1. ALDEA LA ESPERANZA

Aldea del municipio de Livingston, colinda al suroeste con la cabecera, al noroeste con el Lago de Izabal, 2 km al oeste-suroeste con la aldea San Felipe. Se encuentra a 7 msnm, latitud 15°37'40", longitud 89°01'10". Cuenta con 157 habitantes (masculino 86, femenino 71). 33 viviendas. Tiene los caseríos: Caimanes y Sumache.

- CAIMANES: 10 km por vereda al suroeste de la aldea, en la margen Norte del lago de Izabal, entre las puntas Caimanes y Santa Cruz. 2 msnm, latitud 15°35'18", longitud 89°04'30".
- SUMACHÉ. En la margen Este del Río Sumache, margen Norte del Lago de Izabal. Unos 8 km por vereda al oeste-suroeste de la aldea. 10 msnm, latitud 15°36'20", longitud 89°05'12".

4.4.10.2. CASERÍO SANTA ELENA

Caserío de la cabecera municipal de Livingston, colinda al sur con la cabecera, al oeste de la aldea Río Salado, 3 km al sureste al sur con el caserío Río Blanco. Se encuentra a 5 msnm, latitud 15°47'55", longitud 88°44'40".

4.5. TURISMO

4.5.1. PUNTA CAIMANES

Está ubicado en la vía que conduce al legendario Castillo de San Felipe de Lara - Río Dulce, en la parte noroeste del lago de Izabal. Al suroeste de la aldea San Felipe. A una altura de 2 msnm, coordenadas latitud 15°35'20", longitud 89°04'00".

Fotografía 11. Sitio turístico Punta Caimanes.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 12. Vista satelital del sitio turístico Punta Caimanes.



Fuente: Google earth.

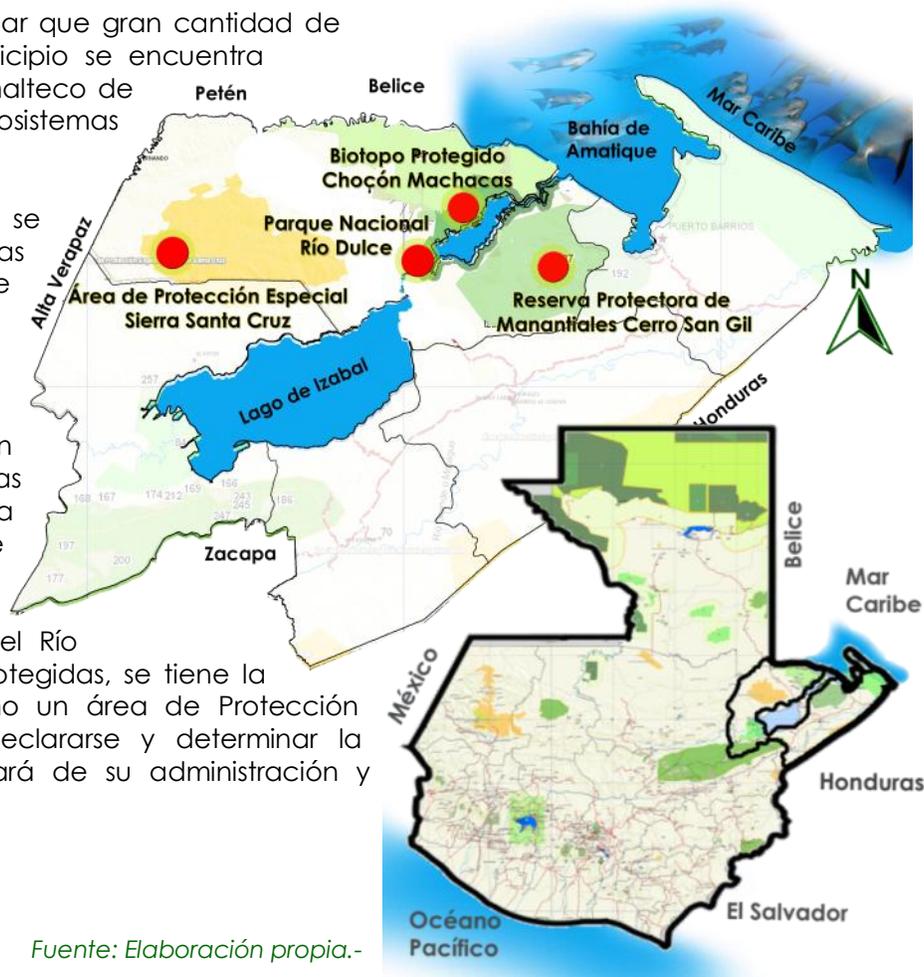
4.6. ÁREAS PROTEGIDAS

Mapa 22. SIGAP municipio de Livingston, Izabal.

Es de importancia mencionar que gran cantidad de hectáreas dentro del municipio se encuentra dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas y de Ecosistemas frágiles.

En el siguiente mapa se detallan las áreas protegidas según el CONAP, dándole énfasis a las áreas en el Municipio de Livingston.

Según el SIGAP, el municipio de Livingston cuenta con cuatro áreas protegidas que abarcan una extensión de 150,068 ha de terreno, y 13,000 ha compuestas por un cuerpo de agua que es el Río Dulce. De dichas áreas protegidas, se tiene la Sierra de Santa Cruz como un área de Protección Especial, que está por declararse y determinar la institución que se encargará de su administración y manejo²².



Fuente: Elaboración propia.-

Tabla 14. Áreas protegidas.

Área Protegida	Categoría de manejo	Fecha de declaración	Extensión (Ha)	Institución encargada de la administradora
Cerro San Gil	Reserva Protectora de Manantiales	1996	30,884	Fundación para el Eco-desarrollo y la Conservación (FUNDAECO)
Chocón Machacas	Biotopo protegido	1989	6,265	CECON
Río Dulce	Parque Nacional	1955	Tierra 7,200 Agua 13,000	CONAP
Sierra Santa Cruz	Área de Protección Especial (Monumento Natural)	Por Declarar	89,175	Por determinar

Fuente: Elaboración propia.

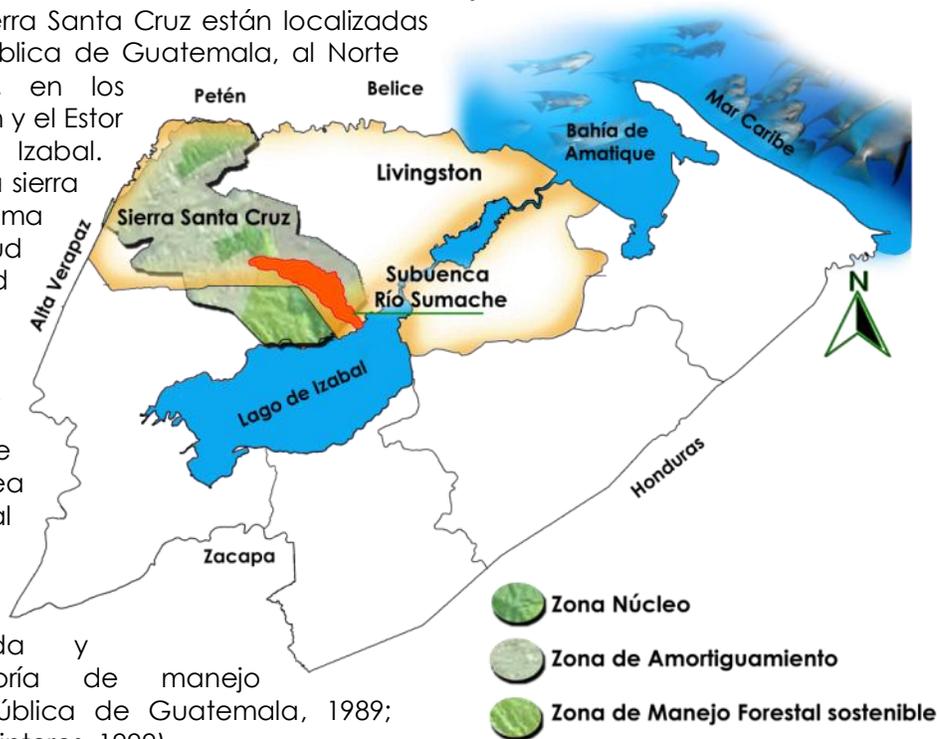
²² Estimación FUNDAECO Izabal, año 2003 Fuente: Estudios técnicos y Planes maestros de las áreas protegidas, SIGAP año 2002.

4.6.1. ÁREA DE PROTECCIÓN ESPECIAL DE LA SIERRA DE SANTA CRUZ

4.6.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Mapa 23. Ubicación de la Sierra Santa Cruz.

Las montañas de la Sierra Santa Cruz están localizadas al Nor-Este de la República de Guatemala, al Norte del Lago de Izabal, en los Municipios de Livingston y el Estor del Departamento de Izabal. La parte más alta de la sierra se encuentra en una cima de 1,210 msnm a Latitud 15°37'53"N y Longitud 89°22'32"O.



4.6.1.2. HISTORIA

La Sierra Santa Cruz fue declarada en 1989 área de Protección Especial según la Ley de Áreas Protegidas y está pendiente de ser delimitada, zonificada y definida su categoría de manejo (Congreso de la República de Guatemala, 1989; Barrios, 1996; Leiva y Quinteros, 1999).

Uno de los actores identificados u Organización no Gubernamental que han trabajado en la Sierra Santa Cruz es la Fundación Defensores de la Naturaleza, institución ambientalista que en 1992 y 1999 realizó los estudios técnicos de la Sierra Santa Cruz, ahora desactualizados, pero aun así propuso las primeras zonificaciones. Esta ONG en la actualidad dejó de realizar actividades en la zona.

Fuente: Elaboración propia.

EL Área de Protección Especial Sierra Santa Cruz cuenta con tres sistemas montañosos que posiblemente se delimitarán como zonas núcleo, según la zonificación propuesta por FUNDAECO. Una de ellas es el Cerro 1,019 (denominado así por la altura de su cima más alta, que abarca aproximadamente 3,150 ha).

Actualmente FUNDAECO²³ desempeña en la Sierra Santa Cruz actividades de co-manejo y gestiona la declaratoria del Área.

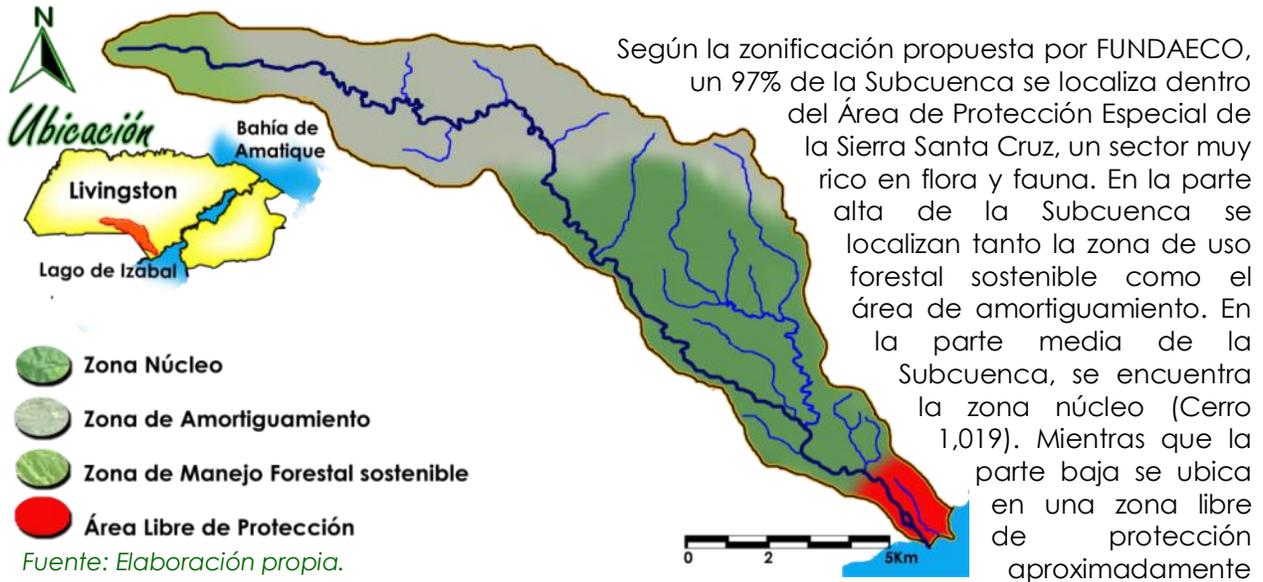
4.6.1.3. TENENCIA DE LA TIERRA

Ante la incertidumbre jurídica de la Sierra Santa Cruz (ya que no cuenta con una ley que norme su categoría de manejo, zonificación y declaratoria), el uso de esas tierras no está regulado, pero un estudio catastral hecho por el Centro de Cartografía Digital y Análisis Geográfico de FUNDAECO (CCDAG), en el 2002 identificó 16 fincas dentro de la zona núcleo, la zona de uso forestal sostenible y del Cerro 1,019.

²³ ONG que desarrolla actividades conservacionistas en el área, gestiona la declaratoria del Área de Protección Especial Sierra Santa Cruz.

4.6.1.4. DESCRIPCIÓN DE ZONAS DENTRO DE LA SUBCUENCA

Mapa 24. Descripción de zonas de la Sierra Santa Cruz dentro de la Subcuenca.

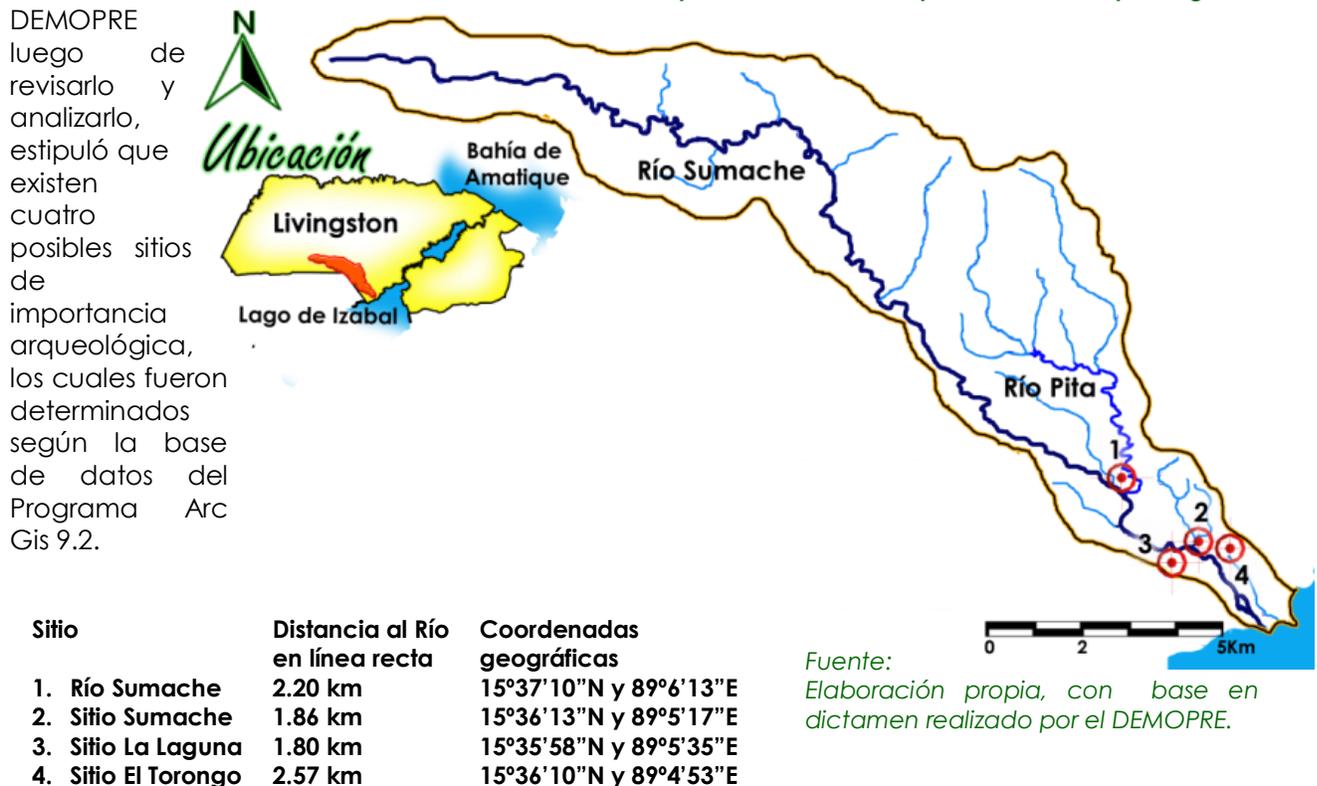


el 3%.

4.7. ARQUEOLOGÍA

Otro factor importante de mencionar es que se presentó al Departamento de Monumentos Prehispánicos y Coloniales (DEMOPRE), del Instituto de Antropología e Historia (IDAEH), la ubicación de la Subcuenca para determinar si existen posibles sitios arqueológicos dentro de ella.

Mapa 25. Ubicación de posibles sitios arqueológicos.



4.8. POTENCIAL DE LA SUBCUENCA

4.8.1. RECURSO HÍDRICO

Sobre la base de los resultados del caudal, se estima que la Subcuenca cuenta con un potencial hídrico de 14.18 m³ al año, provenientes de la infiltración que asciende a 2.38 millones de m³ anuales y del caudal del Río que es de 12.80 millones de m³ al año.

4.8.2. RECURSO FORESTAL

Mapa 26. Forestal.



El potencial productivo de la Subcuenca del Río Sumache es principalmente para uso forestal, puesto que las clases agrológicas dominantes las constituyen las clasificadas entre la VI a la VIII, que hacen en conjunto el 76% del área. En el mapa se muestra la cobertura boscosa y se observa el uso actual de los suelos, donde el 85% del área de la Subcuenca se encuentra cubierta de bosques. En cuanto al uso que se puede hacer del recurso bosque, se considera que las áreas con más del 32% de la pendiente deben ser utilizadas para fines de conservación y las áreas con

Fuente: Elaboración propia, con base en Instituto Nacional de Bosques INAB.-

pendientes que van del 12% al 32% deben ser estudiadas para determinar la potencialidad que puedan tener para ser utilizadas para manejo forestal en donde pueda aprovecharse el bosque para fines energéticos u otras necesidades, como producción de madera para la construcción de viviendas, cercas, puentes etc.

4.9. PROBLEMÁTICA DE LA SUBCUENCA

La Subcuenca del Río Sumache es importante no solo por contener en gran parte de su área a la Sierra Santa Cruz, sino porque también alberga especies endémicas de plantas y animales importantes a nivel de Guatemala y del planeta. Debido a la riqueza natural del lugar, se han generado diferentes formas insostenibles de explotación y uso de los recursos por variados intereses, uno de ellos es que existen conflictos (económicos, de sobrevivencia, preservación de los recursos) como es característico en los problemas socio-ambientales.

4.9.1. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS Y CONFLICTOS RELACIONADOS CON RECURSOS NATURALES

4.9.1.1. RECURSO HÍDRICO

La comunidades aledañas citadas anteriormente no cuentan con servicio de agua entubada, y sus propios habitantes utilizan aguas del río para abastecer sus necesidades, pero como se determinó en el análisis microbiológico estas cuentan con coliformes fecales.

4.9.1.2. RECURSO SUELO

El avance de la frontera agrícola se puede extender hacia áreas núcleo donde están ubicados los nacimientos de agua, dejando sin protección vegetal las cercanías del nacimiento. En estos campos de cultivo no se aplica ninguna tecnología de conservación de suelos y agua como es de esperarse.

Al aumentar la frontera agrícola, también aumentará el transporte de sedimentos de suelo.

Otro problema que debe considerarse es que por la extracción de material para balastre de caminos y construcciones, ocurren derrumbes, se forman zanjas por las lluvias, con la consecuente pérdida del suelo superficial, el que también es transportado hacia el lago.

Otra limitante de tipo agrícola es la baja productividad debido a la erosión, la cual ocurre por establecer los cultivos en terrenos con pendientes fuertes y sin prácticas apropiadas de conservación de suelos y agua.

4.9.1.3. RECURSO FORESTAL

La situación actual de este recurso está relacionada con el uso agrícola y energético y el crecimiento poblacional, que definitivamente hará presión sobre el recurso forestal por la demanda de leña y madera para construcción.

4.9.2. AMENAZAS EXISTENTES PARA LOS COMPONENTES DE FAUNA Y FLORA

A excepción de una potencial deforestación en la Subcuenca, otras amenazas presentes a los componentes bióticos incluyen la caza de animales y la extracción selectiva e ilegal de madera.

4.9.2.1. FLORA Y FAUNA TERRESTRE

La caza realizada generalmente es para el consumo familiar, aunque también se dan casos donde es destinada para la venta de carne.

De especial importancia son la cotuza (*Dasyprocta punctata*) y el Tepezcuintle (*Cuniculus paca*) que probablemente se encuentra amenazado por una grave situación de extinción en la zona y es probable que sea extinguido en un futuro cercano, a menos que se enfrente seriamente el problema de su caza excesiva. Sin embargo, hasta que no se realicen evaluaciones sistemáticas del efecto de la caza en la zona, nunca se podrá establecer con certidumbre el efecto destructivo existente por esta actividad.

En el caso de la tala selectiva, el mayor riesgo es la extracción de algunas especies arbóreas de importancia comercial en la zona. El efecto de la extracción de dichas especies es desconocido.

El control de la tala ilegal ha sido un elemento principal en los planes de control y vigilancia del área protegida, realizada por FUNDAECO. Aunque todavía se realiza esta actividad dentro de la Subcuenca, cada vez se registra menos, ya que las vías de extracción de la madera están siendo muy controladas, por lo que la tala ilegal se hace cada vez más difícil para los que se benefician de esta actividad. Sin embargo, deben controlarse extracciones de la Subcuenca alta del Río, donde la madera es extraída con relativa facilidad por la carretera.

4.9.2.2. FLORA Y FAUNA ACUÁTICA

El uso de jabón comercial para lavado de ropa y propósitos higiénicos es extenso. Ésta es sin duda la mayor fuente de contaminación del Río y los daños ocasionados a la fauna y flora acuática, las cuales seguramente han sido fuertemente impactadas negativamente, en la región cercana a la comunidad Sumache. La pérdida de especies acuáticas sin duda, tendrá un efecto negativo en la cadena alimenticia.

Algunos estudios indican que la fauna acuática es la más vulnerable por los efectos de este tipo de contaminación. Para determinarlo se deben realizar estudios comparativos de los invertebrados acuáticos en zonas del Río no contaminadas. Estos estudios son de bajo costo y podrían convertirse en un programa de monitoreo permanente del estado del Río.

Para lograr la protección del recurso Biótico, lo más indicado será elaborar planes de educación para los habitantes de las comunidades aledañas al Río Sumache mencionadas anteriormente, para evitar el uso indiscriminado de jabones comerciales, como programas de uso de jabones biodegradables o la distribución directa de los mismos podría ser parte de la solución.

En caso de poder implementarse una disposición que evite el uso de jabón para lavado de ropa e higiene personal, se considera que debería prohibirse su uso dentro del cauce del Río.

4.9.2.3. AVES

Es importante mencionar que la matanza indiscriminada de aves es realizada por los niños de las comunidades aledañas al Río Sumache, para lo cual utilizan hondas de hule o resorteras. Al igual que las otras amenazas, se tiene poca información cuantitativa para evaluar el efecto de la caza de aves. Sin embargo, se han recuperado anillos de aves marcadas por el programa de monitoreo de aves. Sin duda debe implementarse un programa de concientización sobre la importancia de conservar las aves. Un programa de esta índole se podría implementar directamente en las escuelas estas de comunidades, ya que se desea implementar un componente fuerte de aviturismo en la zona.

4.9.3. PROBLEMAS GENERALES ENCONTRADOS EN LA COMUNIDAD

Las necesidades expresadas por los habitantes de las comunidades aledañas al Río Sumache no han sido solucionadas y han producido cierto malestar entre los habitantes, lo que manifiestan con el poco interés a participar en actividades concretas.

El nivel educativo que poseen los habitantes de las comunidades es muy bajo, para lo cual ellos requieren de un proceso de inducción y capacitación en actividades que se puedan desarrollar de manera práctica, las cuales puedan ser de utilidad para su comunidad y del área turística especialmente.

4.9.3.1. CONFLICTOS IDENTIFICADOS

Los comunitarios tienen poca relación de convivencia, por lo tanto no tienen conflictos que puedan considerarse comunitarios. Existen conflictos personalizados y entre familias por intereses económicos, es decir, por los pequeños negocios que existen y la atención de los visitantes.

Existen luchas personalizadas por el liderazgo y la toma de decisiones que afectan a la mayoría. Los conflictos relevantes de la Subcuenca del Río Sumache se deben a intereses económicos, a los actores no les importa el deterioro y pérdida de los Recursos Naturales.

En resumen, los problemas internos identificados entre los habitantes de las comunidades aledañas al Río Sumache, pueden ser solventados al obtener equitativamente un beneficio, ya sea económico o de acceso a los servicios públicos.

4.9.3.2. CAUSAS DE LA DÉBIL ORGANIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES

A pesar de que los comunitarios ocupan un mismo espacio, tienen las mismas necesidades y problemas, estos no los comparten ni han logrado unificar intereses, no tienen una visión colectiva o comunitaria, no tienen historia de vida conjunta, por lo que no se comportan como integrantes de una comunidad.

Las relaciones de poder en la comunidad están determinadas por una familia, la cual ejerce intimidación y poder económico. La toma de decisiones es un ejercicio que se realiza cuando se presentan emergencias y ésta se concentra en pocas personas. La comunidad tiene claridad de su situación de indiferencia y desarticulación colectiva y reconoce sus carencias organizativas y la falta de cohesión y solidaridad.

4.9.3.3. POCA INFORMACIÓN Y ORGANIZACIÓN LOCAL PARA ENFRENTAR DESASTRES

En general, la población desconoce el papel de las autoridades locales (Gobernación y Municipalidades) y de la relación de estos con instituciones como la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), en el proceso de prevención y atención de desastres, mediante la creación y fortalecimiento de las Coordinadoras Municipales y Locales de Reducción de Desastres.

Como se observa, las comunidades no tienen idea de quién los debería asistir o ayudar, y consideran que los comités locales y las autoridades deberían de ser el ente responsable de organizarse para este tipo de eventos. Por lo anteriormente expuesto, se deduce que la representación de la CONRED en los niveles municipales y locales debe ser fomentada.

4.9.4. ASPECTOS Y ESTRATEGIAS A TOMAR EN CUENTA

A continuación se presentan algunas acciones estratégicas recomendadas:

Fortalecer a la comunidad para que obtenga la estructura y función colectiva y que, a través de la capacitación y gestión de actividades productivas de beneficio común, mejoren su condición de vida y aprovechen en forma sustentable, los recursos de la Subcuenca del Río Sumache.

Mejorar las actividades de protección del área núcleo a efecto de evitar la caza y tala ilegales. Es importante cuantificar la magnitud de este tipo de depredación e iniciar a la mayor brevedad posible la solución de conflictos.

Para iniciar las actividades de resolución de conflictos es necesario diferenciar los conflictos comunales que requieren un proceso distinto de aquellos relativos a la conservación de los Recursos Naturales. Ambos deben ser abordados para lograr soluciones sostenibles y concertadas con todos los actores.

Buscar el establecimiento de alianzas estratégicas entre los actores que tienen intereses comunes, a efecto de llegar a acuerdos de beneficio colectivo y para el Medio Ambiente.

Implementar un espacio y proceso de consulta permanente hacia los actores directos e indirectos, principalmente para aquellos que no pueden participar pero que tienen incidencia en el conflicto o en el área.

4.10. INSTITUCIÓN QUE GESTIONA EL PMA

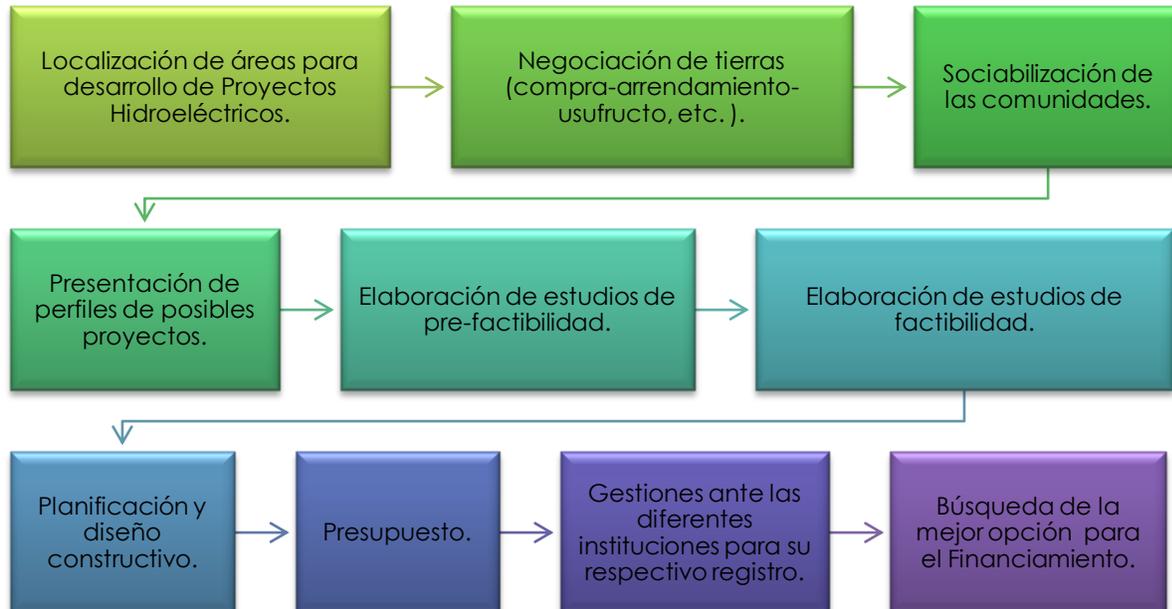
Para establecer la institución que gestionaría el proyecto, se investigó a sectores de importancia representativa del municipio; tanto al sector privado como al público, siendo el principal la Municipalidad, pero se determinó que no procede, ya que los Proyectos Hidroeléctricos requieren de una gran inversión con la que no cuenta ésta y tendría que acudir a las organizaciones extranjeras. Otras entidades como el CONAP, no están interesadas en intervenir en la zona.

Por lo cual se sugiere a la empresa privada **Inversiones en Recursos Renovables, S.A.**, como la entidad encargada de gestionar el PMA.

Esta empresa se ha caracterizado por brindar servicios de alta calidad, excelencia profesional en cada proyecto bajo estrictas normas de supervisión y otorga soluciones eficaces en todas sus actividades, siendo estas:



Esquema 4. Actividades de la empresa Inversiones en Recursos Renovables, S.A.



Fuente: Elaboración propia.

Representante legal, Lic. Edgar Padilla.
Teléfono Móvil: (502) 5918-3642.
Email: inversionesenrecursosrenovables@hotmail.com



CAPÍTULO
Impactos

5

Plan de manejo ambiental
subcuenca sumache

5. IMPACTOS

5.1. ANÁLISIS GENERAL

Como se anotó anteriormente, la Subcuenca del Río Sumache, en el Caribe de Guatemala, es una región valiosa porque:

- Presenta ecosistemas de gran importancia por su diversidad de especies, endemismo y fragilidad, algunas en peligro de extinción, debido a que se encuentra dentro del Área de Protección Especial de la Sierra Santa Cruz.
- Tiene las características naturales y culturales, como sierras, bosques, el lago, población Garífuna, etc., que hacen que la Subcuenca tenga un gran potencial para el desarrollo turístico.

Y no menos importante:

- Concentra uno de los mayores potenciales hidroeléctricos del país.

Por lo cual, muchas empresas destinadas a buscar fuentes de Recursos Naturales para la realización de proyectos están interesadas en esta área específica.

Es por ello que la identificación y definición de los impactos ambientales que se pueden presentar por la ejecución de Proyectos Hidroeléctricos permitirá implementar el "**Plan de Manejo ambiental de la Subcuenca Sumache**" para garantizar con medidas de control y seguimiento la conservación de la Subcuenca y del Medio Ambiente.

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. Luego se agrupan los impactos, de acuerdo a su mayor o menor significación, con el fin de establecer las prioridades de atención para la mitigación. También se ha realizado la identificación de aquellos potenciales impactos, los cuales no deberían presentarse si se toman las previsiones correspondientes y se siguen las normas ambientales, de salud, higiene y seguridad.

5.1.1. IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES DE LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS

Los Proyectos Hidroeléctricos incluyen represas, presas o diques de desviación; reservorios; canales; tuberías de presión; casas de máquinas; patios de transformación y distribución que se emplean para generar electricidad.

Los Proyectos Hidroeléctricos, necesariamente, implican la construcción de líneas de transmisión para transportar la energía a los usuarios, pero estas se construyen de forma separada, aun así se hará mención de ellas y sus impactos en este informe.

La represa y el reservorio pueden ser multipropósitos; si las características de lluvia en la Subcuenca hidrográfica, el caudal del Río, los modelos de uso del agua y la energía permiten, los reservorios hidroeléctricos pueden proporcionar uno o más de los siguientes servicios: riego, control de inundación, fuente de agua, recreación, pesca, navegación y control de sedimento.

Sin embargo, estos usos compiten por el agua que está almacenada en el reservorio, y cada uno puede implicar un modo de operación diario o anual diferente del reservorio.

En un proyecto hidroeléctrico, por ejemplo, el operador optimiza los beneficios energéticos, variando el nivel del reservorio según las normas que se aproximen a la trayectoria del reservorio durante un año muy seco.

Para controlar las inundaciones, el operador bajará el nivel del reservorio para disponer del volumen máximo para retención de las inundaciones al inicio de la temporada de lluvia. Los reservorios de riego se llenan y se ocupa el agua según las temporadas de crecimiento de los cultivos que están bajo riego.

5.1.1.1. CAMBIOS AMBIENTALES

Durante la última década ha aumentado la crítica a los proyectos de construcción de las presas, y más de las grandes, por relacionar estos proyectos con los cambios ambientales irreversibles en un área geográfica. Los cambios en el ambiente suelen ser directos e indirectos.

5.1.1.1.1. EFECTOS AMBIENTALES DIRECTOS

Los efectos ambientales directos son, por ejemplo: problemas con el polvo, la erosión y el movimiento de tierras, que son los mayores impactos en la construcción de una presa, provenientes del embalse del agua, de la inundación de la tierra para formar el reservorio y de la alteración del caudal del agua, aguas abajo de un Río. Estos efectos tienen impactos directos para los suelos, la vegetación, la fauna y las tierras silvestres, la pesca, el clima, y, en especial, para las poblaciones humanas aledañas.

5.1.1.1.2. EFECTOS AMBIENTALES INDIRECTOS

Los efectos indirectos de una presa a veces pueden ser peores que los directos, y se relacionan con la construcción, operación y funcionamiento de la misma, por ejemplo: el establecimiento de los caminos de acceso, campamentos de construcción y líneas de transmisión de la electricidad.

5.1.1.2. RECOMENDACIONES Y MEDIDAS AMBIENTALES

Las recomendaciones y medidas ambientales que a continuación se detallan están de acuerdo a los impactos potenciales, derivados de las principales acciones relacionadas con el desarrollo de la construcción y operación de Proyectos Hidroeléctricos, sobre los diferentes componentes ambientales; y tienen como objetivo, prevenir, controlar, mitigar, rehabilitar, los efectos indeseables de los impactos previamente determinados.

Las medidas ambientales sugeridas para el desarrollo de la construcción y operación, particularmente en la Fase de operación, resultan ser una importante mezcla de estándares locales e internacionales. Estas normas y procedimientos incluyen, entre otras, regulaciones de instituciones como: Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), OMS, BM, Asociación Internacional de Contratistas Geofísicos (IAGC, por sus siglas en inglés), Instituto Americano del Petróleo (API, por sus siglas en inglés), Protección ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), Asociación Americana de Salud Pública (APHA, por sus siglas en inglés) y Asociación Americana para el Tratamiento de Agua (AWWA, por sus siglas en inglés), las cuales han sido adoptadas para el presente caso y que frecuentemente suelen denominarse "estándares", pero que tampoco se les encuentra de manera resumida en un solo documento.

5.1.1.2.1. LINEAMIENTOS INSTITUCIONALES APLICABLES

A continuación se discuten las políticas y lineamientos ambientales de instituciones financieras que podrían estar participando como oferentes y/o aseguradores en algún proyecto propuesto. Estos lineamientos también tienen relevancia, pues el Ministerio de Ambiente refiere dichos proyectos de esta categoría a la normativa del Banco Mundial.

El Banco Mundial y otras instituciones de préstamos y seguros tienen ciertas políticas y lineamientos de revisión y evaluación ambiental que deben ser observadas para calificar a fin de que participen en un proyecto. Entre estas instituciones se incluye la Corporación de Inversión Privada para el Exterior (OPIC), el BM su brazo privado, la Corporación Financiera Internacional (IFC) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Para apoyar su revisión ambiental, el BM y estas otras instituciones requieren la preparación de una evaluación ambiental para proyectos que podrían tener impacto sobre el ambiente natural y humano del área donde sean construidos.

El BM, en el documento Pollution, Prevention And Abatement Handbook, presenta lineamientos ambientales específicos para proyectos en generación eléctrica; sin embargo, para hidroeléctricas, los criterios aplicables son aquellos de carácter general. Estos parámetros fueron publicados en julio de 1998 y se detallan en el capítulo de Monitoreo, Control y Seguimiento Ambiental.

5.2. METODOLOGÍA

El proceso de selección de los métodos de evaluación de impactos consideró como criterio principal y determinante el uso de metodologías aceptadas, estandarizadas y/o recomendadas por la autoridad ambiental competente, optándose por tablas de interacción cualitativas y cuantitativas (matrices).

Los impactos ambientales se analizaron y evaluaron, considerando su condición de positivos o negativos y directos o indirectos. También, se consideró su nivel de significación (desde muy significativo a menor significación); así como, su probabilidad de ocurrencia. La significación del impacto ambiental se determinó sobre la base de la magnitud, duración, extensión y probabilidad de ocurrencia.

El análisis causa-efecto de la interacción de las “actividades de construcción y operación versus componentes ambientales” permitió identificar los impactos ambientales directos e indirectos y su condición de positivo o negativo.

5.2.1. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Esquema 5. Metodología para la evaluación de impactos ambientales

Identificación de Impactos Ambientales Potenciales

Valoración de Impactos Ambientales Potenciales

Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales

Descripción de los Principales Impactos Potenciales

Formulación del Plan De Manejo Ambiental (PMA)

Fuente: Elaboración propia.

Identificación de impactos ambientales potenciales. Para esto se utilizaron listas de chequeo publicadas por organismos o entidades como BM y BID, además de la experiencia técnica obtenida por trabajar en este tipo de proyectos.

La caracterización debe ser lo suficientemente completa para posteriormente determinar su nivel de importancia.

Valoración de impactos ambientales potenciales. Una vez identificados los componentes y actividades, se procede a la valoración de los impactos ambientales de acuerdo a la Matriz de Leopold, que permite identificar los impactos ambientales potenciales mediante las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes del ambiente, un criterio que debe considerar lo siguiente:

Esquema 6. Valoración de impactos ambientales potenciales de acuerdo a la matriz de Leopold.



Fuente: Elaboración propia.

Las **Características del Impacto** se valoran de la siguiente manera:

Esquema 7. Características del impacto de acuerdo a la matriz de Leopold.



Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de impactos ambientales potenciales. Se define y evalúa el nivel de importancia de los impactos ambientales con base en la valoración anteriormente determina por las matrices.

Descripción de los principales impactos potenciales. Descripción detallada en donde se profundiza en la evaluación de los impactos significativos del proyecto, ya que sobre estos se trabajará en la formulación del "**Plan de Manejo ambiental de la Subcuenca Sumache**".

5.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

5.3.1. INDICADORES DE IMPACTO

Un indicador es un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio, los indicadores de impacto son índices bien cuantitativos o bien cualitativos, que permiten evaluar la cuantía de las alteraciones que se producen como consecuencias de la ejecución de un proyecto de esta magnitud.

5.3.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES SEGÚN LA MATRIZ DE LEOPOLD

Para identificar de manera global todos los factores ambientales que un Proyecto Hidroeléctrico conlleva, se ha utilizado la matriz de Leopold.

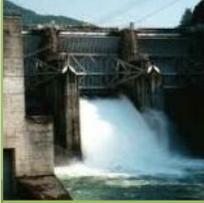
Esta matriz relaciona una serie de Acciones y Actividades que se desarrollarán durante las etapas de construcción y operación de un Proyecto Hidroeléctrico con los Factores ambientales impactantes, principalmente sobre los entornos físico, biológico y socioeconómico.

Esquema 8. Actividades generales del proyecto identificadas en la etapa de construcción.

				
<p>Alteración de la cubierta terrestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consiste en el despeje, eliminación, modificación o sustitución de vegetación y la capa vegetal de terreno para el emplazamiento de campamentos, accesos, obras o instalaciones. 	<p>Movimiento de tierras (extracción)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extracción de material para el suministro de agregados de las diferentes obras a ejecutar. 	<p>Movimientos de tierras (depósito)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Depósito de suelo y roca producto de la acumulación de material excedente de corte, excavaciones y perforaciones, así como material de roce y limpieza de vegetación. 	<p>Emplazamiento y puesta en marcha de obras y equipos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consiste en las actividades relacionadas a la construcción de la bocatoma, desarenador, canal de conducción, casa de máquinas, instalaciones auxiliares, instalación de equipos electromecánicos. 	<p>Construcción del canal de conducción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extracción de material, perforaciones y excavaciones.
				
<p>Emplazamiento de obras temporales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejecución de obras tales como presa, canales, etc., para regular o encauzar el caudal del río, a manera de permitir la construcción de la bocatoma u otras obras permanentes. 	<p>Tráfico vehicular</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actividades relacionadas al traslado de personal, materiales y equipos al sitio de uso. 	<p>Habilitación y mantenimiento de accesos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento, ampliación, nivelación, control del material particulado (polvo), etc. 	<p>Campamentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construcción del mismo, actividades domésticas, incluyendo el manejo de residuos domésticos, suministro de agua, electricidad, alimenticios, etc., además de los impactos asociados con la presencia del ser humano. 	<p>Servicios auxiliares</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento y reparación de equipos, abastecimientos de insumos a las actividades de construcción en todos sus pasos, almacenamiento de insumos, manejo de residuos industriales, etc.

Fuente: Elaboración propia.

Esquema 9. Actividades del proyecto identificadas en la etapa de operación.

					
<p>Regulación de agua y captación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incluye la operación de obras y equipos asociados con la regulación y suministro de agua en todos sus aspectos: acumulación y retención de agua, operación de compuertas, nivel de agua que se deje discurrir - durante épocas de lluvia, descarga, etc. También se considera la captación para fines de generación. 	<p>Descarga del desarenador:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descarga de arena y piedras acumuladas. 	<p>Operación de la casa de máquinas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operación de los equipos electromecánicos y la generación de electricidad. 	<p>Mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actividades asociadas con las operaciones industriales, tales como: limpieza de equipos y canales, reparación, pintura, inspección de obras, cambio de lubricantes, aceites, refrigerantes, manejo de insumos y residuos industriales. 	<p>Operaciones auxiliares:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Administración, seguridad, actividades domésticas de personal de turno, manejo de residuos domésticos. 	<p>Mantenimiento de accesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accesos principales y secundarios.

Fuente: Elaboración propia.

5.4. VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

Las actividades que podrían provocar impactos en el Ecosistema son la construcción y operación, por lo cual la valoración se realizó mediante los siguientes componentes:

Medio Físico:

- Geomorfología y Relieve.
- Microclima.
- Agua Superficial.
- Aire.
- Paisaje.

Medio Biológico:

- Flora.
- Fauna.
- Paisaje.

Medio Socio-Económico y Cultural:

- Sociedad.
- Economía.
- Cultura.

Tabla 15. Valoración de impactos ambientales durante las actividades de construcción.

Actividad	Medio Impactado	Componente Impactado	Identificación del Impacto	Características del Impacto				
				Muy Alto	Alto	Moderado / Medio	Regular	Bajo
Construcción	Físico	Geomorfología y Relieve	Movimiento de tierra y ubicación de la mina de extracción.	X				
			Modificación del relieve por campamentos, emplazamiento de las obras.		X			
		Microclima	Efecto termorregulador del cuerpo de agua.		X			
			Aumento de la Evapotranspiración.				X	
		Agua Superficial	Variación del régimen hídrico de los cauces.				X	
			Variación de la calidad del agua de Ríos y laguna.					X
		Aire	Incremento de los niveles de contaminación atmosférica (polvo y ondas sonoras).		X			
		Paisaje	Pérdida de la calidad del paisaje local por movimiento de tierras y emplazamientos de obras.		X			
			Pérdida de la calidad del paisaje local por las obras hidráulicas.		X			
			Presencia de campamentos, emplazamientos de las obras.		X			
	Biológico	Flora	Pérdida de hábitat terrestre por movimiento de tierras y emplazamiento de obras.	X				
			Pérdida de hábitat terrestre por las obras hidráulicas.	X				
			Disminución de la diversidad del paisaje.	X				
		Fauna	Alteración de la composición natural de la fauna.			X		
			Disminución de poblaciones de fauna de importancia, de consumo humano.					X
	Socioeconómico	Social	Generación de empleo local.			X		
			Cambios de hábitos de las comunidades aledañas al Río Sumache					X
			Introducción de nuevas enfermedades por trabajadores extranjeros.				X	
			Sobrecarga en el uso de servicios básicos.			X		
			Mejoramiento de las vías de acceso.		X			
Económico		Aumento temporal de la capacidad adquisitiva.		X				
		Aumento temporal de la actividad comercial local.		X				
		Adquisición, tenencia o servidumbre de la tierra.			X			
		Mejoramiento de economías marginales.				X		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Valoración de impactos ambientales durante las actividades de operación.

Actividad	Medio Impactado	Componente Impactado	Identificación del Impacto	Características del Impacto				
				Muy Alto	Alto	Moderado / Medio	Regular	Bajo
Contratación permanente de la mano de obra	Físico	Clima	Cambios microclimáticos durante la ejecución del proyecto.					X
		Suelo	Contaminación del suelo por desechos domésticos producidos por el personal permanente.					X
	Biológico	Flora y Vegetación	Daños a las especies por utilización del área del proyecto.				X	
		Fauna	Distanciamiento de especies de fauna, debido a la presencia humana.				X	
Operación Mantenimiento, Regulación y Captación del caudal del Río	Físico	Agua superficial	Disminución y variación del régimen hídrico.		X			
		Suelo	Aumento de erosión en los canales de conducción.		X			
	Biológico	Flora Terrestre	Disminución del hábitat de algunas especies vegetales terrestres.			X		
		Flora Acuática	Disminución del hábitat de algunas especies vegetales acuáticas.			X		
		Fauna Terrestre	Baja disponibilidad de agua para especies terrestres de la zona en época de estiaje.			X		
		Fauna Acuática	Baja disponibilidad de agua para especies de la zona en época de estiaje.			X		
		Fauna	Incremento en el hábitat o territorio de algunas especies por la regulación del caudal.			X		
	Socio económico	Economía	Afectación de las quebradas aguas abajo del Río en los usos del agua (agricultura, ganadería, etc.).					X
			Incremento del personal y mejora de la calidad de vida.					X
			Incremento de la oferta de energía en las comunidades aledañas al Río Sumache.		X			

Fuente: Elaboración propia.

5.5. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

5.5.1. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES (MATRICES)

5.5.1.1. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Según la matriz de Valoración de Impactos, es posible señalar que en la etapa de construcción de un Proyecto Hidroeléctrico, la mayor afectación al ambiente se puede dar por la actividad de movimientos de tierras, lo que afectaría notablemente, tanto el medio físico y biológico, como paisajístico de la zona, eso sí de manera temporal, es decir, durante el tiempo de la etapa de construcción.

5.5.1.2. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

En la etapa de operación de un Proyecto Hidroeléctrico, es posible apreciar que el mayor impacto no es muy significativo, pero se encuentra caracterizado por ser impactos altos, entre ellos se pueden mencionar los más significantes: el aumento de erosión en la zona del canal de conducción, la disminución y variación del régimen hídrico. Por otra parte, un impacto positivo sería el incremento de la oferta de energía en la zona.

En la etapa de mantenimiento de un Proyecto Hidroeléctrico, se pueden mencionar aspectos que son afectados directamente y de alta significancia, entre ellos: la contaminación por vertimiento de desechos de limpieza (limpieza de casa de máquinas, aceites dieléctricos, etc.) a aguas superficiales; contaminación del suelo por posibles derrames de combustibles y/o aceites; también cabe mencionar la modificación del paisaje que la infraestructura provocara al entorno.

5.6. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS POTENCIALES

La descripción del Análisis ambiental resalta los impactos generados por las actividades de un Proyecto Hidroeléctrico, anticipando los eventos críticos que podrían provocarse, y con ello preparar planes de manejo y monitoreo a fin de reducir los efectos de dichos impactos. Estos planes involucran el uso de controles técnicos y administrativos para reducir la exposición a niveles aceptables o límites permisibles, como los del BM, que se detallaron en un inicio.

A continuación, se presenta la descripción de los Impactos Ambientales Potenciales de un Proyecto Hidroeléctrico durante sus etapas.

5.6.1. DURANTE LA ETAPA PREVIA

En la etapa Previa a la construcción de un Proyecto Hidroeléctrico se podría dar un impacto social positivo temporal, generando empleo y contratación de personal obrero de las comunidades aledañas al Río Sumache, para la apertura de brechas que sería un primer impacto ambiental moderado generado por la remoción de la cobertura vegetal.

5.6.2. DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Mediante la Matriz de Leopold se han identificado los impactos negativos que ocurrirían durante la etapa de construcción de una Central Hidroeléctrica, según los medios sobre los cuales impactarían, Físico, Biológico y Socio-económico,

5.6.2.1. MEDIO FÍSICO

5.6.2.1.1. AFECTACIÓN DEL SUELO

Este impacto está referido a la alteración y pérdida de la capacidad de uso del suelo debido a la construcción de obras para la instalación de los componentes de la Central Hidroeléctrica. Asimismo, toda la actividad de movimiento de tierra, excavaciones y construcciones generan una modificación del relieve del área de influencia directa. Dicha pérdida se genera por la compactación así como la pavimentación de las áreas afectadas, para el emplazamiento de los equipos electromecánicos de la Central.

En cuanto a los riesgos ambientales por la ejecución de las obras, se considera la posible contaminación del suelo y subsuelo debido a posibles derrames de combustible, grasa y aceite que puedan ocurrir en las áreas donde opere maquinaria.

Los desechos sólidos de las actividades de construcción podrían repercutir en el entorno de la Central Hidroeléctrica. Estos desechos pueden estar conformados por madera, cartón, embalaje de plástico, metal, etc.

Los materiales como pintura, trapos con grasa y combustibles, adhesivos, son considerados potencialmente peligrosos, por cuanto su manejo deberá ser realizado por empresas calificadas y registradas.

5.6.2.1.2. MODIFICACIÓN DE LA FISIOGRAFÍA

La topografía, fisiografía y valor paisajístico de la Subcuenca Sumache se verán alterados como resultado de las actividades de construcción de las instalaciones requeridas.

La principal alteración de la fisiografía como resultado del movimiento de tierras ocurrirá durante la construcción de la bocatoma y desarenador, obras de conducción y casa de máquinas.

5.6.2.1.3. RIESGO DE CONTAMINACIÓN DEL MANTO FREÁTICO

Los riesgos de contaminación se pueden generar debido a derrames accidentales de combustibles, aceites, residuos contaminados, durante el movimiento de tierras para la habilitación de los cimientos en la Central.

5.6.2.1.4. VARIACIÓN TEMPORAL DEL RÉGIMEN HÍDRICO Y LA CALIDAD DE LAS AGUAS

La variación temporal del régimen hídrico está referido a las obras de derivación que permitan la construcción de las obras de la toma; mientras los efectos sobre la calidad del agua se generarían por la instalación de campamentos.

5.6.2.1.5. ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO

Este impacto es generado por las siguientes actividades de la etapa de construcción:

- Transporte de equipos, insumos y materiales, debido a la combustión generada por los motores de los vehículos, así como por el levantamiento de partículas por el tráfico de vehículos por los accesos pavimentados y no pavimentados durante las actividades constructivas.
- Movimiento de tierra, esta actividad genera principalmente levantamiento de emisiones de partículas por las distintas actividades que se generan en el movimiento de tierras como carga y descarga de material, excavaciones, etc.

- Fundiciones, cimientos, construcción y montaje, estas actividades también generan emisiones de partículas por carga de material, realización de cimientos y de gases que vienen de motores, soldaduras, etc.

Los efectos en la calidad del aire estarán en función de la naturaleza e intensidad de las operaciones de construcción y del tipo y cantidad de maquinaria a utilizar, así como el volumen y movimientos de tierra a remover. Los efectos serán temporales (durante la realización de dichos trabajos).

5.6.2.1.6. ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR EMISIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN

Este impacto se generará por la emisión de gases de combustión (CO, CO₂), asociadas al funcionamiento de la maquinaria y vehículos diesel, y la liberación de compuestos volátiles como solventes, pinturas, adhesivos durante su uso. Debido al bajo nivel de emisiones y su localización a nivel del suelo, estas emisiones permanecen en el lugar de la construcción o se transportan solo a pequeñas distancias. Debido al reducido nivel de tráfico, las emisiones en esta etapa serán puntuales y muy dispersas.

5.6.2.1.7. INCREMENTO TEMPORAL DE LOS NIVELES DE RUIDO

Actividades constructivas que generarán ruido:

- La instalación de la obra constituye una fuente de ruido durante toda la etapa de construcción por el funcionamiento diario y normal; como el uso de vehículos, maquinaria, camiones, etc.
- El transporte generará ruido por la circulación de camiones y en general por el uso de motores de combustión interna.
- Las excavaciones y movimientos de tierra por la gran cantidad de maquinarias y camiones generan altos niveles de presión sonora en lugares cercanos donde se realizaría la actividad.

5.6.2.1.8. ALTERACIÓN DEL PAISAJE LOCAL

La alteración de la calidad visual es un impacto que se genera por la incorporación de elementos no naturales al entorno, producto de las excavaciones y movimientos de tierra así como la construcción de fundaciones y montajes de equipos de la Central (turbinas, generador, transformador, línea de transmisión, etc.).

El paisaje es un componente importante de un conjunto de factores que definen un ecosistema, siendo éste la expresión visible de su entorno, por lo tanto, la gestión de cualquier actividad industrial debe estar determinada por el estado que presenta el paisaje en la zona.

La Subcuenca Sumache conserva características naturales importantes en su composición y el paisaje sería afectado en forma directa por el emplazamiento de una nueva infraestructura industrial.

5.6.2.2. MEDIO BIOLÓGICO

5.6.2.2.1. PERTURBACIÓN DE LA FAUNA LOCAL

Se considera que los impactos serán moderados y temporales, dado a que la mayor presencia de seres humanos, así como el ruido que producirán los diferentes equipos durante la construcción, harán que las especies de fauna se desplacen hacia otras zonas; una vez concluida la alteración, los organismos retornarán a sus ambientes naturales.

5.6.2.2.2. FLORA

Las actividades, como la conducción y tubería forzada de una Central Hidroeléctrica, tienen impacto significativo sobre la flora, pues dichas actividades implican efectuar movimiento de tierras.

Donde la flora se ve directamente impactada es en la presa, bocatoma, desarenador, obras de conducción por medio de canal y/o túnel y casa de máquinas.

El impacto más severo se presentará en la etapa de operación, puesto que al efectuarse el revestimiento del canal, las filtraciones existentes afectarán a la estructura arbustiva que se ha desarrollado abajo de este, justamente aprovechando la humedad del suelo producto de dichas filtraciones.

5.6.2.3. SOCIAL Y ECONÓMICA

5.6.2.3.1. GENERACIÓN DE EMPLEO

Este impacto está referido a la generación de puestos de trabajo durante el acondicionamiento del terreno para la ejecución de las obras, desde la instalación de todo el equipamiento (turbinas, generador, transformador, etc.) y los trabajos para la instalación de la línea de transmisión.

Se debe señalar que debido a lo puntual de las obras y las condiciones técnicas del proyecto, la mano de obra será mayormente calificada.

Pero la contratación del personal para las obras de construcción civil debe estar a cargo, en su mayoría, de personal local que puede ser contratado como mano de obra no calificada.

La ocupación de mano de obra de la zona permitirá incrementar los ingresos de los pobladores, generando mejores condiciones de accesos a los bienes y servicios, lo que a su vez, se traducirá en una mejora en el nivel de vida de la población beneficiada y bienestar para la población, contribuyendo a la mejora de la economía local.

La contratación de mano de obra contribuirá a que se reduzcan los niveles de desempleo existentes.

5.6.2.3.2. DINAMIZACIÓN DEL COMERCIO Y SERVICIOS

Las actividades de construcción requerirán de la contratación de empresas particulares de servicio para el transporte de los equipos, mantenimiento de equipos, abastecimiento de insumos y materiales, de transporte y carga, entre otros, lo que también puede constituir un factor dinamizador de la economía.

5.6.2.3.3. INTERRUPCIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR E INFRAESTRUCTURA VIAL

Las actividades de construcción de una Central Hidroeléctrica en la Subcuenca Sumache ocasionarían un incremento muy leve en el tráfico de vehículos en la carretera e importante en las vías locales cercanas.

5.6.3. IMPACTOS DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN Y/O FUNCIONAMIENTO

Teniendo en cuenta la Matriz de Identificación y evaluación de Impactos ambientales, los impactos ambientales negativos de mayor significancia que se producirán por la operación de una Central Hidroeléctrica, según el medio impactado: Físico, Biológico y Socioeconómico son los siguientes:

5.6.3.1. MEDIO FÍSICO

5.6.3.1.1. POTENCIAL AFECTACIÓN DEL SUELO

En general, la generación de residuos es un impacto que se produce por cualquier actividad industrial humana y se realiza producto de las mantenciones periódicas de los equipos o bien por las actividades diarias de los servicios generales, que brinda todo el apoyo para el correcto funcionamiento de una Central Hidroeléctrica.

Estos pueden ser desechos de oficina que incluyen papel, cartón, materiales de embalaje, latas, vidrios, etc., desechos peligrosos como aceites, baterías, pilas, etc.

5.6.3.1.2. REGULACIÓN Y CAPTACIÓN DEL CAUDAL DEL RÍO

El impacto más significativo sería provocado por la disminución y variación del régimen hídrico del Río debido a la captación y derivación para el uso energético. La derivación del caudal estará en función del caudal disponible y la demanda para la producción. Cabe diferenciar las épocas de estiaje en horas punta, de épocas de avenida en horas de producción mínima.

5.6.3.1.3. CAMBIOS EN LA CALIDAD DE SUELOS Y AGUA POR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS PRODUCTO DE LAS ACTIVIDADES DOMÉSTICAS Y DE MANTENIMIENTO

Las aguas de limpieza de la casa de máquinas, los aceites dieléctricos y otros líquidos de uso industrial requieren ser colocados en barriles a fin de prevenir su contacto con el suelo y el agua, más con el de ingreso de aguas servidas al Río sin tratamiento previo.

De igual modo, la generación y acumulación de basuras y residuos sólidos debe ser manejada para evitar la contaminación y proliferación de enfermedades contagiosas.

5.6.3.1.4. CALIDAD DEL AIRE

Durante la operación de una Central Hidroeléctrica no se producen emisiones, ya que sólo con la caída del agua se genera la electricidad.

5.6.3.1.5. INCREMENTO DEL NIVEL DE RUIDO Y VIBRACIONES

El nivel de vibraciones en una turbina no es bajo, pero no deben exceder el Grado G2.5, que equivale a un valor entre 3,15 a 8 gramos mm/kgf masa de rotor.

Cualquier aumento del nivel de vibraciones significa que los alabes se están desprendiendo, lo cual es peligroso para la vida de la turbina, por lo cual se debe detener de inmediato. Esta vibración no es perceptible a 3 m alrededor de la turbina.

Una exposición de ruido del tipo ocupacional y de seguridad para el personal operario de la Central, cuyos efectos directos pueden ser la pérdida de audición.

5.6.3.2. MEDIO BIOLÓGICO

El medio sería directamente sobre las comunidades bióticas del ambiente acuático, es decir, la desestructuración del ecosistema fluvial que incidiría sobre las especies y las interrelaciones. Por ello será de vital importancia construir la infraestructura adecuada para evitar problemas en la bocatoma.

5.6.3.2.1. ALTERACIONES EN EL HÁBITAT ACUÁTICO POR LA REDUCCIÓN DEL CAUDAL

En el tramo comprendido desde la bocatoma hasta la descarga, se verán alteradas las especies como las aves acuáticas y peces, por la reducción del caudal del río; lo cual se debe tener en cuenta a la hora de determinar el caudal ecológico, que no debe ser menor a un 10% del caudal a utilizar.

5.6.3.2.2. EFECTOS SOBRE LA COMUNIDAD BIÓTICA DERIVADOS DE LA ALTERACIÓN EN LA VARIACIÓN TEMPORAL NATURAL DE LOS CAUDALES DEL RÍO

La alteración de los patrones de variación temporal en los caudales influye en la generación de una estructura de la comunidad biótica del río y su entorno físico. Es necesario entender el "régimen ecológico", es decir, el patrón de variación temporal natural de los caudales en relación a los cambios efectuados por la operación de un Proyecto Hidroeléctrico.

5.6.3.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

5.6.3.3.1. INCREMENTO EN EL SUMINISTRO DE ENERGÍA

Si bien es cierto que la construcción y operación de una Central Hidroeléctrica permitirá incrementar la oferta de energía, la ampliación de capacidad de esta central asegura la atención del servicio fundamentalmente en los poblados cercanos a la zona del proyecto.

El uso del agua con una caída mayor permitirá la optimización en los costos de producción de la energía eléctrica, incrementando la disponibilidad de esta energía, necesaria para contribuir al desarrollo económico productivo de nuestro país. En este contexto, la mayor disponibilidad de energía eléctrica en el mercado interno y sus grandes perspectivas de ampliación de la cobertura, contribuirá a mejorar las condiciones de vida de la población, dado que este recurso es considerado una necesidad básica y su carencia restringe el desarrollo de la comunidad.

5.6.3.3.2. EFECTOS SOBRE LA POBLACIÓN LOCAL

Si no hay agua en el Río, la fuente primaria de abastecimiento en el sector aguas debajo de la toma serán las quebradas, lo que aumentará los conflictos por el acceso, uso y control del agua de dichas quebradas.

Será muy escaso el personal que se pueda contratar en la fase de operación de la central. Por tanto, la mayoría regresará a su lugar de origen al terminar la fase de construcción. Ello implicaría una reorganización de la economía, por no contar con el mismo flujo de dinero, por tanto los hábitos de consumo podrían variar nuevamente.

5.6.3.3.3. CRECIMIENTO SOCIOECONÓMICO EN LA REGIÓN

Durante la etapa de operación se mantendrá una demanda menor de bienes y servicios a nivel local, utilizados en el mantenimiento y por el personal de operación.

El mejoramiento de los accesos y carreteras incrementará la confiabilidad en la salida rápida de los productos, así como las inversiones, y condicionará nuevamente estabilidad de los empleos, mejorando la calidad de vida en los centros poblados aledaños. Otra actividad que podría ser promovida, es el turismo.

5.6.3.3.4. DINAMIZACIÓN DEL COMERCIO Y SERVICIOS (ECONOMÍA REGIONAL Y NACIONAL)

Se espera que con la puesta en marcha de un proyecto de este tipo a su máxima capacidad, se realice una ampliación de la frontera del mercado eléctrico, lo que permitirá incrementar el interés de inversiones para el desarrollo de las actividades productivas e industriales en nuestro país, con el continuo efecto multiplicador y generador de empleo que traería consigo.

5.6.3.3.5. REDUCCIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA ENERGÍA

Debido al uso del agua en forma óptima se esperaría una reducción en el costo de generación de energía eléctrica por Kw/h. Esta reducción en el costo influiría también en la reducción del costo de las tarifas eléctricas reguladas.

5.6.4. IMPACTOS DURANTE LA ETAPA DE ABANDONO

En la concepción del proyecto se generarán dos etapas de cierre, una después de la construcción de todas las instalaciones y de las obras civiles que conllevan cada una de las actividades; y, la otra etapa se refiere al abandono definitivo, que sería después de la vida útil del proyecto. Los impactos que puedan generarse a partir de esto, se describen a continuación.

5.6.4.1. IMPACTOS EN LA ETAPA DE CIERRE DE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS

Se pueden generar impactos en la forma de cierre que hay que dar a las vías de acceso (carreteras, trochas y puentes), a los depósitos de desmonte y a los campamentos, que quedarán en abandono al terminar las obras de construcción. Las áreas más afectadas por esto serían principalmente las áreas verdes.

5.6.4.2. IMPACTOS EN LA ETAPA DE CIERRE DEFINITIVO DEL PROYECTO

Se pueden generar impactos fuertes por erosión en los canales.

Otro impacto fuerte que se puede generar está constituido por los deslizamientos sobre los caminos abandonados.

Si no se restablece de una forma adecuada el caudal de agua, captado en bocatoma, podría originar un impacto fuerte a la migración de la vida acuática en el Río Sumache.

CAPÍTULO Propuesta

6

Plan de manejo ambiental
subcuenca sumache



6. PROPUESTA: PMA

6.1. OBJETIVO GENERAL

Definir procedimientos técnicos, especificaciones y recomendaciones para la aplicación de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, manejo y disposición de desechos, respuesta a emergencias, capacitación y entrenamiento ambiental, seguimiento y monitoreo ambiental, mediante el PMA para las Fases de construcción y operación de un Proyecto Hidroeléctrico.

6.2. METODOLOGÍA

Este PMA está orientado a proporcionar mecanismos prácticos para la prevención, mitigación y control de los potenciales impactos al ambiente y a los habitantes asentados en el área directa de la Subcuenca. Ha sido estructurado con criterio dinámico, lo cual significa que puede ser evaluado, retroalimentado y reestructurado según las necesidades que se presenten en un Proyecto Hidroeléctrico real en la Subcuenca.

El PMA contiene los siguientes programas:

Programa de prevención y mitigación de impactos. Comprende medidas prácticas que plantean alternativas y sugerencias para evitar, minimizar o atenuar los impactos; partiendo del criterio de que siempre es mejor prevenir y minimizar la ocurrencia de impactos ambientales y sociales, que mitigarlos o corregirlos.

- Especificaciones para prevención y mitigación de impactos en flora y fauna.
- Especificaciones para prevención de contaminación de cuerpos de agua.
- Especificaciones para control de ruido, contaminación del aire.
- Especificaciones para control de erosión y sedimentación.
- Especificaciones para el control de almacenamiento de combustibles, aceites, lubricantes, explosivos y otros productos químicos.
- Especificaciones para trabajos de construcción.
- Especificaciones para prevención de derrames.
- Especificaciones para el tránsito.
- Especificaciones para el movimiento de tierras.
- Especificaciones para los escombros.
- Especificaciones para la explotación y adquisición de materiales de construcción.
- Especificaciones para la prevención de impactos en Zona Núcleo, Zona de uso Forestal Sostenible y Zona de Amortiguamiento, del Área de Protección Especial "Sierra Santa Cruz".
- Especificaciones para la prevención de impactos en sitios Arqueológicos.
- Especificaciones para la prevención de impactos de carácter paleontológico.

Programa de contingencias y riesgos. Establece un sistema de respuesta efectivo y oportuno, para controlar y mitigar incidentes en situación emergente que eventualmente y de manera inesperada pudieran ocurrir durante las actividades de construcción y operación de un Proyecto Hidroeléctrico; y que pueden poner en riesgo los recursos bióticos, físicos, a la comunidad, personal e instalaciones.

- Procedimiento ante la ocurrencia de accidentes laborales.
- Procedimiento ante la ocurrencia de incendios y/o explosiones.
- Procedimiento ante la ocurrencia de desastres naturales.
- Plan general de evacuación.

Programa de capacitación y entrenamiento. Consiste en una planificación metodológica dirigida a concientizar al personal involucrado en la construcción y operación de un Proyecto

Hidroeléctrico, sobre la necesidad de cumplir con las disposiciones ambientales en vigencia y vigilar todo indicio que pueda revelar alteraciones en el ambiente.

- Proyectos de capacitación y entrenamiento.

Programa de seguridad y salud ocupacional. Determina normas mínimas requeridas, con el objeto de proteger a los empleados del Proyecto Hidroeléctrico, contratistas y subcontratistas, así como a los pobladores del área de influencia, en todas las actividades realizadas durante la construcción y operación de la Central; de tal manera que los trabajos se realicen evitando riesgos de accidentes e incidentes y en caso de que ocurran, sean comunicados para su evaluación y se tomen las medidas correctivas para evitarlos en el futuro.

- Entrenamiento y reuniones de seguridad.
- Consideraciones y condiciones de protección a la salud y seguridad.

Programa de manejo de desechos. Establece las directrices para el adecuado manejo, transporte y disposición final, de todo residuo generado por las actividades ejecutadas durante las etapas de construcción y operación de una Central Hidroeléctrica y cuya responsabilidad es de contratistas y subcontratistas.

- Desechos líquidos.
- Desechos sólidos.

Programa de protección de flora y fauna, rescate botánico. Define proyectos especiales que centrarán sus esfuerzos en la conservación de especies que ayudarán a minimizar significativamente que se afecten a especies sensibles e inclusive catalogadas en peligro de extinción.

- Conservación de Especies.

Programa de relaciones comunitarias. Consiste en reducir al máximo los efectos sobre la comunidad y de ser posible, la participación de mano de obra no especializada en el proyecto; establece criterios para una apropiada divulgación local del proyecto; y mitigar los conflictos sociales y resultantes de la implementación del proyecto.

- Proyecto de impulsión social.
- Proyecto de infraestructura y servicios básicos.
- Proyecto de salud.
- Proyecto de educación.
- Proyecto de fortalecimiento turístico.
- Proyecto de información y comunicación.
- Acciones complementarias.

Programa de rehabilitación de áreas afectadas. Establece las acciones de restauración y reconfiguración de las áreas intervenidas por las actividades de construcción.

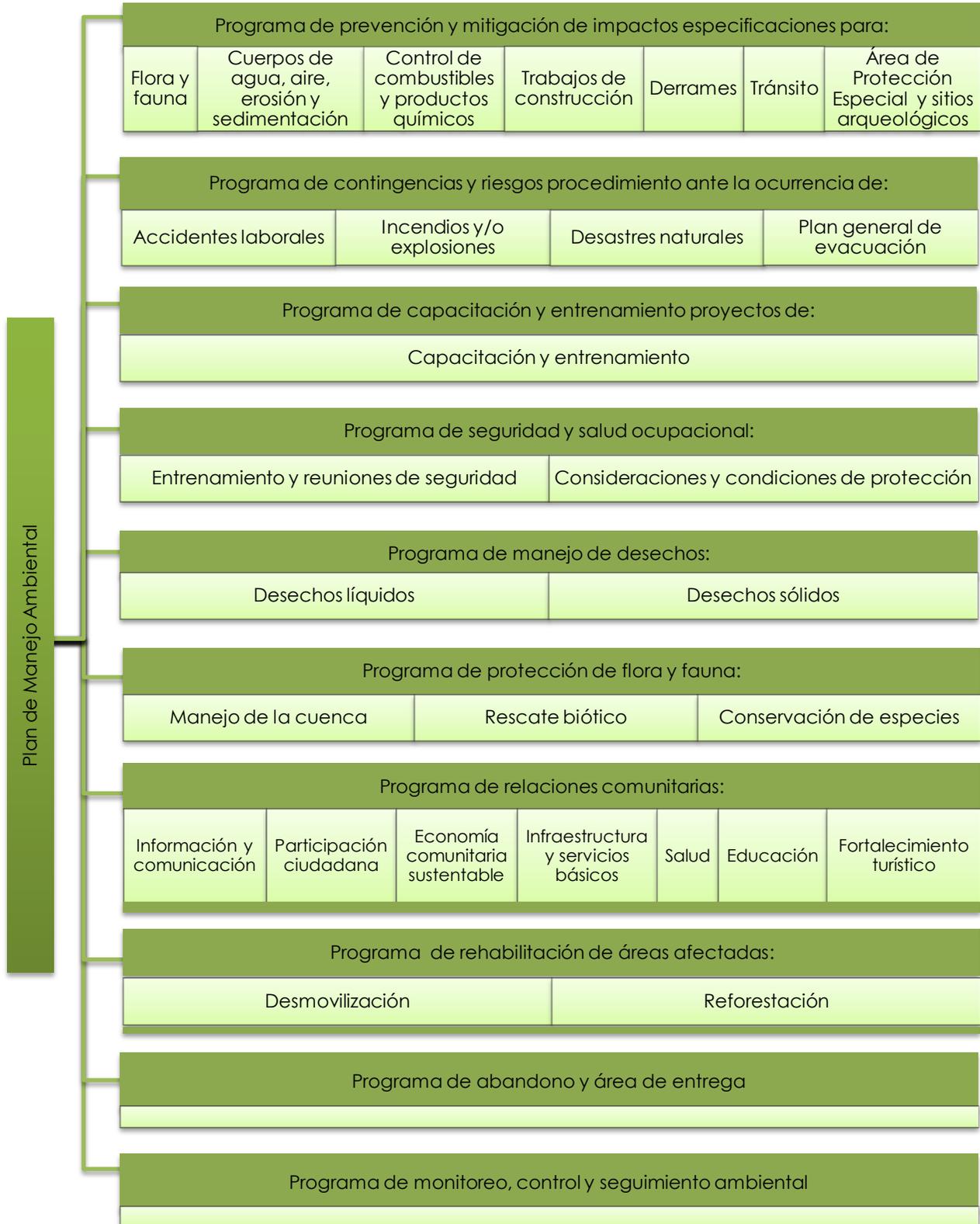
- Proyecto de desmovilización.
- Proyecto de reforestación.
- Proyecto de abandono y entrega.

Programa de abandono y área de entrega. Establece previsiones y medidas para el abandono gradual y planificado de la zona y la recuperación paulatina hasta alcanzar en la medida posible las condiciones iniciales de la Subcuenca Sumache, sobre todo del área donde se vaya a implantar el proyecto que será aplicado cuando la vida útil del proyecto haya culminado.

Programa de monitoreo, control y seguimiento ambiental. Define el sistema de monitoreo, evaluación y seguimiento ambiental, tendiente a verificar el cumplimiento de la reglamentación ambiental vigente; comprobar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación para los diferentes impactos ambientales, determinar fallas y opciones de mejora del manejo ambiental de un Proyecto Hidroeléctrico.

6.3. ESTRUCTURA DEL PLAN DE MANEJO

Esquema 10. Estructura del plan de manejo.



Fuente: Elaboración propia.

6.4. PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

El Proyecto Hidroeléctrico y sus contratistas deben considerar los posibles efectos nocivos de su gestión en las condiciones atmosféricas y en los factores topográficos, hidrográficos y bióticos de la Subcuenca Sumache, tomar las medidas preventivas o correctivas necesarias, establecidas en este PMA, para evitar, reducir o controlar los impactos generados por las actividades constructivas y por la operación de una Central Hidroeléctrica.

6.4.1. GENERALIDADES

En el caso de llevarse a cabo, el Proyecto Hidroeléctrico y sus contratistas están obligados a ejecutar sus actividades tanto constructivas como operativas conforme los lineamientos establecidos en este PMA y normas ambientales vigentes y aplicables al sector hidroeléctrico, a fin de prevenir, reducir y controlar los impactos ambientales sobre el componente físico, biótico y socioeconómico del área de influencia de una Central Hidroeléctrica y sus Líneas de Transmisión, que sean implantadas en la Subcuenca.

6.4.2. OBJETIVO, DURACIÓN E INDICADORES

6.4.2.1. OBJETIVO

- Minimizar la incidencia de los impactos sobre el Medio Físico, Biótico y Socioeconómico del área de influencia de una Central Hidroeléctrica y sus Líneas de Transmisión.

6.4.2.2. DURACIÓN

Debido a que las medidas de prevención y mitigación de impactos se las ha definido tanto para las actividades de construcción como para las de operación, se determina que tendrían un tiempo estimado de 17 años, 2 años para la construcción y 15 años de operación o tiempo de vida de un Proyecto Hidroeléctrico.

6.4.2.3. INDICADORES

- Área que ocuparía un proyecto.
- Cantidad de agua captada por la presa.
- Cantidad de agua destinada a caudal ecológico.
- Tiempo de vida de la turbina hidráulica.
- Kilómetros para la conexión a la red nacional.

6.4.3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Las medidas de prevención y mitigación de impactos se han determinado tanto para la fase de construcción (Co) como para la de operación (Op).

6.4.3.1. ESPECIFICACIONES PARA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS EN FLORA Y FAUNA

Su objetivo es reducir la incidencia de impactos que afecten a la flora y fauna como consecuencia de la implantación de una Central Hidroeléctrica y sus Líneas de Transmisión.

Medidas a llevarse a cabo tanto en la fase construcción como en la fase de operación.

- Los trabajos de desbroce, deforestación y limpieza deberán realizarse con las precauciones y procedimientos adecuados para causar el menor efecto posible. No se debe permitir ningún tipo de incineración de vegetación dentro del derecho de vía.

- Se debe mantener la vegetación marginal de los cuerpos hídricos en el área donde se esté llevando a cabo el Proyecto con la finalidad de mantener los microhábitats de especies que se refugian en estos ecosistemas y no permitir que el cauce del Río se ensanche.

Medidas durante la operación.

- Previo al inicio de actividades que impliquen actividades de desbroce, por cada frente de trabajo, el Supervisor ambiental (botánico) efectuará recorridos de observación a fin de identificar posibles especies de interés científico o amenazado, que deberán ser rescatadas.
- El contratista debe cortar las especies vegetales arbustivas secundarias en forma manual o con motosierra. Esta vegetación cerca del área externa a ser desbrozada, debe ser talada hacia el interior del desbroce. La tala se debe realizar con cuidado, procurando que estas especies caigan hacia zonas ya desbrozadas o a ser desbrozadas; en ningún caso estas especies caerán hacia la vegetación natural o a cuerpos hídricos.
- Las capas de tierra vegetal, especialmente ricas, a juicio del Supervisor ambiental, deben ser reubicadas, extendidas y conformadas en zonas cercanas con fines ornamentales y de restauración final.
- Los restos de material vegetal deben ser cortados en pequeños trozos para ayudar al proceso de descomposición y utilizarlos en el programa de reforestación.

6.4.3.2. ESPECIFICACIONES PARA PREVENCIÓN DE CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA

Su objetivo es prevenir y mitigar la posible contaminación de cuerpos hídricos, manteniendo su calidad y la preservación de los recursos acuáticos existentes.

Medidas a llevarse a cabo tanto en la fase construcción como en la fase de operación.

- Los residuos de productos químicos, combustibles, lubricantes, pinturas, sedimentos y otros desechos nocivos, no deben ser descargados en cauces naturales o artificiales que desemboquen en éstos. Los productos químicos, combustibles, lubricantes deben ser almacenados por lo menos a 50 m de cualquier cuerpo de agua.
- Las descargas de aguas generadas por la construcción y operación de la central deben ser tratadas adecuadamente, para eliminar los materiales nocivos, antes que éstas sean descargadas al Río Sumache. El propósito es evitar degradar el recurso agua, alterar o inhibir los procesos biológicos de las especies acuáticas.
- En el caso que el contratista vierta, descargue o derrame cualquier combustible, lubricante o producto químico que llegue o que potencialmente pueda llegar al cuerpo de agua o al nivel freático, se deben tomar medidas inmediatas para contener y recuperar lo derramado y ejecutar todas las acciones necesarias para remediar y restaurar el área afectada.
- Toda actividad de mantenimiento de equipos, maquinarias o vehículos deberá efectuarse sobre áreas impermeabilizadas con diques temporales o permanentes según sea requerido, evitando con ello una posible contaminación sobre suelos y migración de contaminantes hacia cuerpos hídricos.

Medidas únicamente durante la operación.

- Los materiales de excavación de la obra básica, o los generados por diques provisorios y otras estructuras, serán dispuestos en zonas aprobadas por el Supervisor ambiental, que estén en cotas superiores al nivel de máxima crecida de aguas, de tal manera que se impida el arrastre de materiales sólidos. En el caso que esa cota no se indique en los planos, el nivel de máxima crecida de aguas será considerado como el punto más alto del curso de agua y será identificado y aprobado conjuntamente con el Supervisor ambiental.
- En las vías de acceso a construirse se deberán colocar alcantarillas con dimensiones, resistencias, capacidades y suficientes para evitar inundaciones o empozamiento.
- En el caso de que, durante las actividades constructivas, no sea posible evitar el empozamiento o estancamiento de las aguas, o de que su evacuación resulte técnica y/o económicamente inconveniente, se debe comunicar al Supervisor ambiental, para que éste disponga el procedimiento y los medios necesarios para la evacuación de las mismas y de

ser requerido, su tratamiento, evitando así que proliferen potenciales enfermedades como larvas, mosquitos, entre otros.

- Para los residuos de material que genera el lavado de los camiones mezcladores se destinará un sitio excavado donde se pueda realizar esta operación, quedando confinado el material ahí depositado, evitando la alteración de los drenajes de agua.

6.4.3.3. ESPECIFICACIONES PARA EL CONTROL DE RUIDO Y CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Su objetivo es controlar la incidencia de alteraciones en la calidad del aire, así como la de minimizar el incremento de los niveles de ruido.

Medidas a llevarse a cabo tanto en la fase construcción como en la fase de operación.

- Las áreas de almacenamiento temporal de material de construcción o de materiales producto de excavación y que puedan ser acarreados por el viento, deberán regarse con agua, especialmente durante los meses secos y, de ser requerido, cubrirse con un plástico para evitar la emisión de partículas de polvo.
- La maquinaria y equipo caminero deberá estar regulado bajo un programa de mantenimiento mecánico adecuado, para evitar emisiones excesivas de gases producto de la combustión.
- A los camiones que transportan los agregados se les debe proveer y exigir el uso de carpas.

Medidas durante la operación.

- Los equipos y máquinas recibirán mantenimiento regular y permanecerán en buenas condiciones de funcionamiento para evitar emisiones y ruido excesivos. Cuando, mediante el monitoreo de ruido, se establezca que una fuente sobrepase los 85 dB(A) para ruido industrial se instalarán silenciadores según especificaciones del fabricante, barreras de insonorización u otros mecanismos que permitan disminuir el nivel de ruido hasta los límites permisibles.
- Los vehículos de carga y maquinaria dentro del área deben evitar utilizar la bocina.

6.4.3.4. ESPECIFICACIONES PARA EL CONTROL DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN

Su objetivo es controlar la incidencia de procesos erosivos resultantes de la construcción y operación de un Proyecto Hidroeléctrico y sus Líneas de Transmisión.

Medidas.

- Se deben evitar los procesos disminuyendo la inclinación de taludes; construyendo bermas o escalones para disminuir la longitud de recorrido del agua lluvia; abriendo cunetas; estabilizando y protegiendo dichos taludes mediante la adopción de medidas geotécnicas.
- Incluir medidas, que no se limiten, al uso de plataformas, barreras, cortinas y gaviones, sembrado por etapas, drenaje de taludes y otros métodos.
- Después de cada lluvia fuerte y por lo menos diariamente cuando llueva en forma prolongada, el Responsable y/o Asistente de Gestión ambiental debe inspeccionar los dispositivos de control de erosión y sedimentación, tanto transitoria como permanentemente, para verificar posibles deficiencias y que sean corregidas de inmediato.

6.4.3.5. ESPECIFICACIONES PARA EL CONTROL DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES, ACEITES, LUBRICANTES, EXPLOSIVOS Y OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS

Estas especificaciones tienen como objetivo establecer las medidas técnico ambientales a considerarse para el manejo de combustibles y químicos durante la construcción y operación de una Central Hidroeléctrica.

Medidas.

- Se deben colocar rótulos que indiquen la disposición de "NO FUMAR" en todas las áreas donde se almacenen productos inflamables.
- Los productos inflamables contenidos en recipientes plásticos se deben ubicar bajo cubierta y alejados del calor y fuentes de combustión.
- Se debe considerar el grado de compatibilidad de productos químicos peligrosos para su almacenamiento, transporte y manejo; por ningún motivo se debe almacenar conjuntamente productos químicos combustibles e inflamables con oxidantes, explosivos con fulminantes o detonadores.
- Todo tanque o tambor conteniendo combustibles y productos químicos debe ser rotulado con su contenido y clases de riesgos, así como con las etiquetas de seguridad y precauciones a tomar.
- Se debe instalar un área específica para almacenar combustibles, con camellones de contención y un revestimiento impermeable para contener los derrames y proteger los suelos y los cuerpos hídricos. El área de contención tendrá un volumen mínimo del 110% del volumen del tanque o recipiente más grande dentro de la contención.
- Del mismo modo, antes de descargar el agua lluvia de las áreas de contención secundaria, el personal debe verificar si está presente algún brillo aceitoso u otra evidencia de contaminación. Si el agua lluvia se ha contaminado, debe transferirse al sistema para tratamiento de agua aceitosa antes de descargarse. El agua lluvia puede ser encausada directamente al sistema para tratamiento de agua aceitosa sin inspección.
- Todo equipo mecánico como bombas, generadores, tanques de almacenamiento de combustibles, motores eléctricos deben contar con dispositivos para descarga de energía estática (conexiones a tierra).
- Durante el trasvase de combustibles desde auto-tanques; el vehículo debe estar conectado a tierra. La transferencia de combustibles debe tener lugar sobre una superficie impermeable, de ser posible. El trasvase debe ser supervisado en todo momento por parte del personal de operaciones para evitar el sobrellenado.
- Recipientes pequeños con productos químicos, combustibles, aceites o lubricantes no se almacenarán directamente sobre el suelo, deben tener material impermeable para evitar su contaminación por goteos o derrames accidentales durante los abastecimientos.
- Únicamente el diesel para el generador y los combustibles para la cocina deben ser almacenados en los campamentos temporales de construcción.
- Las áreas fijas para almacenamiento de combustibles deben estar libres de fuentes de combustión para impedir eventuales incendios.
- Las herramientas y materiales, incluyendo material absorbente, palas y fundas plásticas, deben estar fácilmente disponibles para limpiar cualquier derrame o goteo.
- Los aceites y grasas usados deben ser almacenados temporalmente en zonas no inundables, provistas de cubierta y será enviado a sitios especializados en el tratamiento y disposición final.
- Toda actividad de mantenimiento de equipos, maquinarias o vehículos deberá efectuarse en áreas impermeabilizadas y que dispongan de canales perimetrales para recolección de posibles derrames de combustibles, aceites, lubricantes u otros productos.

6.4.3.6. ESPECIFICACIONES PARA TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN

Su objetivo es definir medidas específicas adecuadas a aplicarse únicamente en la etapa constructiva del proyecto, las mismas minimizarán los impactos generados como consecuencia de las actividades de valor, depósito de materiales excedentes, relleno, puentes, sistemas de drenaje y otras obras complementarias.

Vías de acceso.

- Realizar el desbroce de la vegetación y retiro de la capa de suelo orgánico, colocarlo en áreas protegidas para evitar el lavado del material. Estos pueden ser utilizados una vez terminados los trabajos, en la rehabilitación de áreas afectadas por la construcción.
- Las vías de acceso deben tener un sistema adecuado de drenajes.
- Las áreas afectadas por la construcción de las vías deberán ser revegetadas para lograr su estabilización, en algunos casos será necesaria la utilización de geotextil para ayudar a la estabilización de los suelos.

Obras de captación y embalse compensador.

- Las áreas afectadas por la construcción de las obras de captación y embalse compensador deben ser revegetadas para lograr su estabilización, en algunos casos será necesaria la utilización de geotextil para ayudar a la estabilización de los suelos.
- Las actividades de desvío del Río se deben desarrollar en los meses de mayor estiaje.

Drenaje.

- Se deben realizar todas las operaciones necesarias para drenar las excavaciones subterráneas, que permitan adecuadas condiciones de trabajo.

Iluminación.

- Se deben iluminar con suficiente intensidad todos los frentes de excavación subterránea, así como los cruces y refugios, para que el personal no necesite usar luces manuales y pueda transitar por cualquier zona con la visibilidad adecuada que demande su trabajo y seguridad.
- En los lugares de trabajo debe disponerse de una iluminación superior a 30 lux y en el resto de las zonas no debe bajar de 10 lux.

Ventilación.

- Se debe suministrar, instalar y mantener el equipo de ventilación suficiente y adecuado para garantizar aire puro en todas las excavaciones subterráneas y permitir la visibilidad adecuada para los trabajos topográficos.
- Se debe disponer de dos ventiladores (uno en operación y otro en reserva), por cada frente de excavación de manera que en caso de un desperfecto, siempre quede garantizado el abastecimiento de aire.
- El barrenado, disparo y desalojo de materiales se debe hacer de tal modo que la concentración de polvo silícico medido cerca del frente de trabajo en millones de partículas por m³ no exceda la concentración determinada por la siguiente fórmula: $Mp/m^3 = 8.750$ dividido por el contenido de bióxido silícico del polvo en el frente, medido en porcentaje +5. Por ejemplo la concentración permisible para un contenido de 20% de bióxido silícico en el polvo sería de 350 Mp/m³.
- No se permitirá dentro del límite de concentración permisible temperaturas mayores a 40°C y, cuando esto ocurra, se deberá rebajar dicha temperatura mediante inyección de aire refrigerado o por cualquier otro método previamente aprobado por el Supervisor de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

6.4.3.7. ESPECIFICACIONES PARA PREVENCIÓN DE DERRAMES

Su objetivo es establecer las medidas para el manejo de pequeños derrames.

Medidas a llevarse a cabo durante las fases construcción y operación.

- Todos los equipos y maquinaria pesada deben ser inspeccionados para verificar que no existan goteos de combustible o lubricantes. En caso de que estas anomalías se presenten, los equipos y maquinaria deben ser retirados y reemplazados o llevados a mantenimiento antes de retomarse los trabajos.

- Todos los combustibles, aceites, lubricantes y productos químicos se deben transportar en recipientes aprobados por el Supervisor de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.
- El mantenimiento de los vehículos equipos y maquinaria, solamente se debe realizar en los lugares designados y preparados para tal actividad.
- Para evitar la contaminación de los suelos por goteo se deben utilizar vasijas o recipientes que se coloquen bajo tambores o envases.
- De producirse pequeños derrames, se contendrá con una berma pequeña de tierra; la limpieza puede efectuarse con materiales absorbentes citados a continuación: Orgánico natural: paja o arcilla. Sintéticos – polímeros como: Los sintéticos que son los más efectivos; sin embargo, puede ser más difícil su disposición.
- Todos los materiales utilizados para la limpieza de derrames pequeños deben estar disponibles de manera apropiada en sitios de fácil acceso y siempre visibles. Todo el personal debe tener conocimiento de la ubicación y manejo.

6.4.3.8. ESPECIFICACIONES PARA EL TRÁNSITO

Su objetivo es definir medidas de control de tránsito adecuadas para la construcción y operación de un Proyecto Hidroeléctrico.

Medidas a llevarse a cabo durante las fases construcción y operación.

- El tránsito durante la construcción y operación debe ser planificado y regulado mediante adecuados controles y sistemas de señalización. Se deben mantener límites de velocidad de:
 - ✓ 40 km/h en las vías de acceso.
 - ✓ 25 km/h en zonas pobladas y estacionamiento.
 - ✓ 10 km/h interior de Casa de Máquinas. Estas velocidades son las máximas permisibles, y deben ser disminuidas si fuera necesario de acuerdo con las condiciones climáticas, de visibilidad, de las rutas y caminos, del tránsito y estado del vehículo. Si existiera señalización, deben respetarse las velocidades máximas que ésta indique.
- Los contratistas deben cumplir todas las regulaciones que se haya establecido, se establezcan o sean requeridas por el Supervisor de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, con la finalidad de reducir los riesgos de contaminación y cumplir con la legislación y reglamentos de salud seguridad y ambiente aplicable. Entre estas medidas pueden citarse: uso de filtros especiales, mejoramiento de la calidad y ubicación del sistema de escape, mantenimiento del automotor, entre otros.

6.4.3.9. ESPECIFICACIONES PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS

Su objetivo es establecer las principales medidas a aplicarse para el movimiento de tierras durante la etapa de construcción con el fin de minimizar los impactos sobre los componentes ambientales de la Subcuenca Sumache.

Medidas.

- En aquellos sitios en que las condiciones climáticas lo permitan y el diseño del movimiento de tierras lo prevea, los suelos con actividad biológica que necesariamente requieran remoción deberán acumularse y conservarse (en montículos que no superen los 1.50 m de alto) para utilizarlos posteriormente en la reposición de la cobertura vegetal en áreas que lo requieran. El área de almacenamiento temporal será cubierta con plástico y/o material del desbroce previamente triturado para evitar el arrastre de material por escorrentía y el viento.
- En la ejecución de los cortes del terreno y en los rellenos, las crestas deben ser modeladas con el objeto de evitar terminaciones angulosas. Los taludes y superficies desnudas que por efecto de los trabajos se formen, deben ser revegetados con especies de rápido crecimiento propias del área y se los cubrirá con material vegetal.

- Los excedentes de materiales provenientes del movimiento de tierras deben ser dispuestos en sitios que no interrumpan el drenaje natural ni que tengan pendientes superiores al 70%, pues las lluvias puede provocar daños al pie de la pendiente.
- Evitar la instalación de campamentos en áreas de pendientes pronunciadas o inestables para evitar riesgos.
- La disposición de materiales que el Supervisor ambiental considere no aprovechable para la construcción de terraplenes o rellenos se deben efectuar en los sitios seleccionados para no alterar el paisaje ni obstaculizar cuerpos de agua ni cause azolvamiento aguas abajo que puedan generar inundaciones.

6.4.3.10. ESPECIFICACIONES PARA LOS ESCOMBROS

Su objetivo es definir las consideraciones a tomarse en cuenta para la ubicación de escombros.

Medidas.

- Las zonas de depósito de materiales excedentes deben ser aprobadas por el Supervisor ambiental, tratando de no afectar cauces naturales, al paisaje escénico, a derechos de terceros y en general, evitando crear peligros para personas, animales o plantas.
- Los restos o residuos de corte en la vía, materiales pétreos desechados, materiales inadecuados y materiales excedentes deben ser ubicados en botaderos o escombros que deben ser determinados por el Supervisor ambiental, para lo cual deberá considerar condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración con el entorno.
- Para la ubicación de escombros se deben considerar sitios que cumplan con las siguientes características:
 - ✓ Alcancen una adecuada capacidad de almacenamiento, la cual está en función del volumen a mover.
 - ✓ Garanticen el drenaje.
 - ✓ Dispongan de una capacidad portante suficiente para el volumen a recibir.
 - ✓ No produzcan alteraciones sobre hábitats o especies protegidas circundantes.
 - ✓ Deben preferirse sitios en los cuales los suelos no tengan un valor agrícola, donde no se altere la fisonomía original del terreno y no se interrumpan los cursos naturales de aguas superficiales y subterráneas, tales como depresiones naturales o artificiales, las cuales serán rellenadas ordenadamente en capas y sin sobrepasar los niveles de la topografía circundante, respetando siempre el drenaje natural de la zona.
- Medidas generales específicas para las áreas de escombros:
 - ✓ El Supervisor ambiental previa solicitud de la contratista emitirá la correspondiente validación ambiental para avalar los sitios adicionales a utilizarse.
 - ✓ Recuperar el suelo vegetal de dichas áreas, para luego ser usado en la reforestación de las mismas.
 - ✓ Las alturas de los taludes de los depósitos no deben sobrepasar los 5 metros de altura, pudiendo aumentarse dicho valor, mediante la conformación de bermas.
 - ✓ Para las pendientes de las bermas se considera el ángulo del talud de reposo natural de los materiales para su acopio.
 - ✓ Se debe implementar un sistema adecuado de drenajes impermeabilizados.
 - ✓ Implementación de obras de geotecnia definitivas complementarias *in situ* en coordinación con el personal técnico del Proyecto Hidroeléctrico y el Supervisor ambiental.
 - ✓ Las áreas afectadas por los escombros deben ser revegetadas para lograr su estabilización, en algunos casos será necesario la utilización de sintéticos (geotextiles), gaviones, etc., para ayudar a su estabilización.
- Se debe evitar la instalación de escombros en sitios con las siguientes características:
 - ✓ En el derecho de vía.
 - ✓ En lugares ubicados a la vista de los usuarios de la vía.
 - ✓ En sitios donde existan procesos evidentes de arrastre por aguas lluvias y erosión por el viento.

6.4.3.11. ESPECIFICACIONES PARA LA EXPLOTACIÓN Y ADQUISICIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Su objetivo es establecer directrices técnico-ambientales para la explotación y disposición de materiales de construcción.

Arena, piedra y grava.

- El contratista de la obra debe estar obligado a adquirir los materiales o explotarlos de una mina que tenga el permiso debidamente otorgado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM); en caso de no existir minas autorizadas, los sitios para extracción de materiales de construcción serán seleccionados previo análisis de alternativas y su explotación será sometida a aprobación por el MEM. El Supervisor ambiental evaluará las condiciones ambientales del sitio y emitirá un reporte al final de la extracción, de igual forma se debe emitir un reporte aceptando la entrega del sitio.
- El sitio de almacenamiento de materiales debe contar con señalización de seguridad.
- Se debe proveer a los trabajadores de equipos de protección personal conforme las actividades que realizan.
- Los camiones de volteo deben ser equipados con coberturas de lona para evitar el polvo y la caída de materiales durante su transporte.

Adquisición de madera.

- Para las actividades constructivas en caso de requerir madera, se debe considerar la no utilización de ciertas especies de maderas finas provenientes de los bosques del Área de Protección Especial de la Sierra Santa Cruz.
- La especie arbórea que no se debe utilizar, está PROHIBIDA Y NO RECOMENDADA PARA CONSTRUCCIONES es la caoba *Swietenia macrophylla*.

6.4.3.12. ESPECIFICACIONES PARA LA PREVENCIÓN DE IMPACTOS EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN ESPECIAL DE LA SIERRA SANTA CRUZ

Su objetivo es prevenir impactos dentro en Zona Núcleo, Zona de Uso Forestal Sostenible y zona de Amortiguamiento del Área de Protección Especial de la Sierra Santa Cruz.

Medidas.

- Para llevar a cabo la construcción y operación de un Proyecto Hidroeléctrico, se debe hacer uso exclusivo de la Zona de Amortiguamiento y del área libre de protección.
- Se debe dejar libre o intacta la Zona Núcleo y Zona de Uso Forestal Sostenible.
- Respetar la Zona Núcleo, aunque está pendiente de ser delimitada, zonificada y definida su categoría de manejo, pues aun así está dentro del SIGAP como área de Protección Especial.
- Si se tuvieran dudas acerca del área para construir, es necesario abocarse a FUNDAECO que posee su respectiva zonificación y desempeña actividades de co-manejo, además gestiona la declaratoria del Área.

6.4.3.13. ESPECIFICACIONES PARA LA PREVENCIÓN DE IMPACTOS EN SITIOS ARQUEOLÓGICOS

Su objetivo es prevenir impactos arqueológicos dentro de la Subcuenca Sumache.

Medidas.

- Las actividades constructivas serán supervisadas por un Supervisor ambiental, quien, en caso de descubrir o de ser comunicado por alguien acerca de objetos de interés arqueológico, suspenderá temporalmente el trabajo en el sitio del descubrimiento, debe

notificar inmediatamente al IDAEH, y en coordinación con éste, se iniciarán tareas de evaluación y de rescate si el sitio lo amerita.

- El contratista cooperará y ayudará a proteger, rescatar y transportar los hallazgos, estas actividades siempre deben ser realizadas bajo la dirección del IDAEH.
- Cuando la protección, el rescate o el transporte de los hallazgos arqueológicos y/o paleontológicos retrasen el avance del trabajo, el personal gerencial del Proyecto Hidroeléctrico considerará los reajustes apropiados en el calendario del trabajo.

6.4.3.14. ESPECIFICACIONES PARA LA PREVENCIÓN DE IMPACTOS DE CARÁCTER PALEONTOLÓGICO

Su objetivo es prevenir impactos de carácter paleontológico dentro de la Subcuenca Sumache.

Medidas.

- En caso de ocurrir un hallazgo fortuito de carácter paleontológico se debe dar aviso a la Dirección del Patrimonio Cultural y Natural del Ministerio de Cultura y Deportes.

6.4.3.15. GENERALES

Si como resultado de la acción u omisión de la empresa o el contratista se produjera cualquier daño o perjuicio a la propiedad ajena o del Estado, se ejecutarán las medidas más adecuadas, de mitigación, compensación y/o indemnización.

La ejecución de las medidas de prevención y mitigación serán controladas por los Supervisores ambientales y/o Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

6.5. PROGRAMA DE CONTINGENCIAS Y RIESGOS

No obstante las medidas de prevención y seguridad establecidas en el PMA, existen factores internos y/o externos que pueden generar en situaciones emergentes. El presente plan establece procedimientos y acciones básicas de respuesta que se tomarán para afrontar de manera oportuna, adecuada y efectiva en el caso de situaciones de emergencia generadas por acontecimientos imprevistos dentro del desarrollo normal de las actividades en la Fase Constructiva y Operativa de un Proyecto Hidroeléctrico. A través del Plan de Contingencias y Riesgos se debe responder de manera oportuna y eficaz a posibles emergencias, minimizando y controlando en la medida posible efectos socio-ambientales derivados de posibles contingencias.

6.5.1. GENERALIDADES

Un Proyecto Hidroeléctrico debe desarrollar y mantener un Plan de Contingencias y Riesgos para el control y mitigación de incidentes en condiciones emergentes, actualizado y coherente con las operaciones presentes, respondiendo de esta manera a la concepción dinámica y de retroalimentación de sus actividades.

6.5.2. OBJETIVOS, DURACIÓN E INDICADORES

6.5.2.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer un sistema de respuesta efectivo y oportuno, para controlar y mitigar incidentes en situación emergente, que eventualmente y de manera inesperada, pudieran ocurrir durante las actividades previstas y que pueden poner en riesgo los recursos bióticos, físicos, a la población, trabajadores e instalaciones.

6.5.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evitar o reducir por todos los medios posibles, la contaminación del ambiente por efecto de la ocurrencia de una situación emergente.
- Identificar, organizar y determinar responsabilidades para una respuesta ante una emergencia.

6.5.2.3. DURACIÓN

Se determina que tendría un tiempo estimado de 2 años para la construcción y 15 años de operación.

6.5.2.4. INDICADORES

- Cantidad de combustibles que podrían causar incendios o explosiones.
- Cantidad de equipo necesario para incendios.
- Localización de área de posible sismo.
- Localización de posible área de inundación.

6.5.3. ALCANCE GEOGRÁFICO

El plan de contingencias y riesgos operará de manera general dentro del área donde se desarrolle un Proyecto Hidroeléctrico y tiene como objetivo proteger los componentes socio-ambientales, salud e integridad de trabajadores y de terceros; así como integridad de las obras existentes, equipos y materiales en la medida posible, siempre y cuando no se ponga en riesgo la integridad de quienes intervienen en las acciones de respuesta.

6.5.4. PROCEDIMIENTOS DE RESPUESTA ESPECÍFICOS

Durante las actividades constructivas y operativas de un Proyecto Hidroeléctrico, debido a factores internos, externos o la combinación de ambos, podrían generarse contingencias que requieren acciones específicas. Estos factores son considerados como situaciones anómalas, situaciones sub-estándares, o desviaciones a las condiciones normales que incluyen fallas humanas, fallas operativas, fallas mecánicas, eventos como sismos, erupciones y otros que potencialmente pueden desencadenar en afectaciones a componentes ambientales, salud e integridad de los trabajadores, daños a infraestructuras, equipos y materiales.

A continuación se establecen procedimientos para la respuesta oportuna e inmediata ante situaciones emergentes específicas.

6.5.4.1. PROCEDIMIENTO ANTE LA OCURRENCIA DE ACCIDENTES LABORALES

Los accidentes laborales pueden evitarse o disminuir la afectación a la salud e integridad de los trabajadores, cuando las actividades se efectúan con el Equipo de Protección Personal adecuado y siguiendo las recomendaciones operativas. Sin embargo son causados por deficiencias humanas o fallas mecánicas en el empleo de equipos, materiales, vehículos y maquinaria pesada.

Para ello es importante que todo el personal conozca los mecanismos a seguir para una pronta respuesta y poder prestar la colaboración adecuada sin entorpecer los procesos.

6.5.4.1.1. NOTIFICACIÓN

Apenas ocurrido el accidente, la primera persona que lo presencie debe comunicar inmediatamente al encargado del frente de trabajo y éste a su vez informar a la oficina central, quien dará aviso a las dependencias correspondientes según la gravedad del accidente. Este procedimiento es válido para el personal de la empresa como para el personal del contratista.

Una vez que el profesional encargado de la salud en el sitio de trabajo haya evaluado al accidentado se procederá, de ser necesario, al traslado al establecimiento de salud más cercano.

En una contingencia mayor, se solicitará el apoyo de instituciones públicas y/o privadas como Cruz Roja, Bomberos municipales o voluntarios y otras especializadas en rescate y atención de víctimas, para que colaboren con las labores de salvamento.

6.5.4.2. PROCEDIMIENTO ANTE LA OCURRENCIA DE INCENDIOS Y/O EXPLOSIONES

Los incendios y/o explosiones pueden ser generados por el inadecuado manejo de sustancias inflamables, reacciones químicas, inadecuado manejo de productos explosivos, sistemas eléctricos defectuosos, colisiones de vehículos, presencia de fuentes comburentes (fuentes de ignición) en áreas donde se encuentra almacenados productos inflamables como colillas de tabaco, chispas generadas por herramientas metálicas, procesos de suelda, etc.

El procedimiento de respuesta y equipos de extinción de incendios dependerá del tipo de incendio producido:

- Clase A: involucran combustibles ordinarios.
- Clase B: involucran líquidos combustibles.
- Clase C: involucran equipos eléctricos energizados.

Los incendios Clase B y C no deben ser aplacados con agua, puesto que incrementaría el riesgo de afectación.

Se considerarán el uso de extintores conforme el tipo de incendio; en general se tienen las siguientes clases, según la sustancia extintora:

Tabla 17. Tipos de extintores

Tipo de extintor	Clases De Fuego		
	A	B	C
Agua pulverizada	xxx	x (1)	
Agua a chorro	xx		
Espuma física	xx	xx (2)	
Polvo convencional		xxx	xx
Polvo polivalente	xx	xx	xx
Anhídrido carbónico	x	xx (3)	
Hidrocarburos halogenados (halón)	x	xx	x (3)

(1) para productos más densos que el fuel ligero, (2) excepto para alcohol y acetona, y (3) en presencia de corriente eléctrica

x: aceptable xx: muy adecuado xxx: adecuado

Fuente: www.proyectosfindecarrera.com/; //usuarios.lycos.es

El equipo para incendios deberá ubicarse en lugares estratégicos, de fácil acceso y de acuerdo al riesgo que pudiera generarse en el lugar.

Toda fuente de calor debe estar alejada de cualquier material inflamable.

Se prohibirá fumar en áreas de almacenamiento de productos inflamables.

Todo extintor deberá llevar una placa que informe claramente la clase de fuego que puede aplacar, fecha de vencimiento, inspección de buen estado, instrucciones de operación y contenido actualizado. Cada extintor será inspeccionado con frecuencia trimestral, puesto a prueba y llevado un registro de las condiciones en las que se encuentra. Todo aquel extintor que no cumpla con los estándares de mantenimiento, o que su contenido sea menor al 50%, deberá ser retirado y llevado al lugar especializado para que corrijan las fallas.

En el caso de incendios generados por líquidos o gases inflamables, lo primero es cortar el suministro del producto y sofocar el fuego con la ayuda de extintores de polvo químico seco o espuma, se puede ayudar de arena seca o tierra y proceder a enfriar el tanque de combustible. Para los incendios ocasionados por electricidad, lo primero es cortar la fuente y sofocar el fuego utilizando extintores de polvo químico, dióxido de carbono, BCF (bromoclorodifluormetano) vaporizable, también sirve la arena seca o tierra.

6.5.4.2.1. NOTIFICACIÓN

El testigo de un incendio debe evaluar las condiciones del siniestro y determinará la posibilidad de combatir el fuego con todos los recursos a su alcance, sin poner en riesgo su vida y la de los demás. De existir imposibilidad de combatirlo, el testigo debe informar al Supervisor de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. De acuerdo a la situación emergente, el Presidente del Proyecto Hidroeléctrico evaluará y de ser necesario, notificará a las autoridades correspondientes.

Tanto en campo como en oficina se debe disponer de un sitio estratégico con una lista actualizada de instituciones públicas y/o privadas de apoyo en este tipo de emergencias incluyendo número telefónico; asimismo se debe tener un listado actualizado de los jefes departamentales y del presidente ejecutivo, de la misma manera con los números de teléfono actualizados.

6.5.4.2.2. CONFORMACIÓN DE BRIGADAS CONTRA INCENDIOS, CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Para el control de incendios que comprometan la integridad de trabajadores, infraestructura, equipos y materiales, se deben conformar brigadas contra incendios, que formarán parte de la Unidad de Contingencias.

La brigada contra incendios debe estar conformada por personal debidamente capacitado y entrenado, con conocimientos teórico-prácticos que incluirán tipos de incendios, equipos y materiales para control de flagelos, conocimiento sobre sustancias y materiales inflamables y/o explosivos, procedimientos de respuesta, entre otros.

El encargado de la organización y entrenamiento de la brigada contra incendios debe ser el personal de Salud y Seguridad Industrial; de ser requerido se contratará especialistas en el tema para la capacitación. Durante la etapa operativa se efectuarán simulacros de contingencia semestrales. Se llevará un registro de los simulacros efectuados, con el listado de los participantes, fallas encontradas y acciones correctivas determinadas.

Además todo personal administrativo, operativo, de mantenimiento, de instalaciones, y contratistas debe estar capacitado en los procedimientos para el control de incendios, ubicación de los equipos, funcionamiento de los mismos y contar con el equipo apropiado para enfrentar estas emergencias. Dicha capacitación estará a cargo del personal de salud y seguridad ocupacional.

Se deben dar a conocer al personal los procedimientos de aviso y alarmas en caso de incendios, puntos de reunión y rutas de evacuación; se realizarán simulacros de evacuación al menos trimestralmente.

6.5.4.3. PROCEDIMIENTO ANTE LA OCURENCIA DE DESASTRES NATURALES

6.5.4.3.1. MEDIDAS DE CONTINGENCIAS ANTE MOVIMIENTOS SÍSMICOS

La presencia de las fallas del sistema Polochic-Motagua, en el área de la Subcuenca Sumache, determina las probabilidades de ocurrencias sísmicas como importantes y por tanto los procedimientos de respuesta ante estos eventos deben ser considerados.

Antes de la ocurrencia del sismo.

- Se deben identificar y señalar las áreas seguras dentro y fuera de las zonas de trabajo, así como las rutas de evacuación directas y seguras.
- Se deben realizar simulacros de evacuación delegando las responsabilidades y evaluando la metodología.

Durante la ocurrencia del sismo.

- Paralización de toda maniobra, uso de maquinarias y/o equipos a fin de evitar accidentes.
- Mantener la calma y evacuar hacia las zonas identificadas en forma ordenada.
- En caso de que el sismo ocurriese en la noche, utilizar de preferencia linternas en lugar de velas, fósforos o encendedores.

Después de la ocurrencia del sismo.

- Atención inmediata a las personas accidentadas.
- Retiro de la zona de trabajo de toda maquinaria y/o equipo que pudiera haber sido averiada o afectada.
- Mantener al personal en las zonas de seguridad, por un tiempo prudencial, hasta tener la seguridad que los movimientos han cesado.
- Es importante evaluar mediante un informe las rutas establecidas y el nivel de respuesta del personal.

6.5.4.3.2. MEDIDAS DE RESPUESTA ANTE ERUPCIONES VOLCÁNICAS

La Subcuenca del Río Sumache se localiza en una zona identificada con nula peligrosidad de caída de piroclastos, por no contar con ningún volcán cercano.

6.5.4.4. PROCEDIMIENTO GENERAL DE EVACUACIÓN

Se debe establecer un procedimiento de evacuación general durante una emergencia en los sitios activos de operación. Este debe incluir la identificación de un punto de concentración del personal, la instalación de un sistema de alarmas, un diagrama para la evacuación, señales informativas de rutas de evacuación y una lista de personal clave que debe participar en la eventual evacuación.

Para la selección de rutas y sitios de concentración se considerarán áreas que en caso de situaciones emergentes, como incendios, explosiones, sismos u otros, no representen riesgos para la integridad de los trabajadores. Las rutas y salidas de emergencia se deben mantener siempre libres de obstáculos; las señales informativas tanto de las rutas, puntos de concentración y salidas de emergencia se mantendrán en buen estado y legibles.

Se debe proceder a simulacros de evacuación al menos trimestralmente durante la etapa de construcción y semestralmente durante la etapa de operación. Se deben llevar registros de los

simulacros efectuados con listado de participantes, problemas encontrados y acciones requeridas para el perfeccionamiento del programa de evacuación.

6.6. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Un programa de capacitación se convierte en una herramienta fundamental para prevenir, controlar, minimizar impactos socio-ambientales generados por las actividades de un Proyecto Hidroeléctrico y sus Líneas de Transmisión, desarrollar capacidades internas en materia de salud y seguridad ambiental, promover la producción sustentable y compartir la responsabilidad ante los problemas de la gestión ambiental.

6.6.1. GENERALIDADES

El Proyecto Hidroeléctrico debe manejar sus operaciones de tal manera que se proteja al ambiente así como la salud y seguridad de sus empleados, clientes, contratistas y el público en general. Para lograr este objetivo, proporcionará la capacitación imprescindible a sus empleados para lograr la protección de los recursos humanos, ambientales y físicos.

Este programa explica cómo deberá abordarse esta capacitación ambiental.

6.6.2. OBJETIVOS, DURACIÓN E INDICADORES

6.6.2.1. OBJETIVO GENERAL

Brindar al personal conocimientos para la gestión y ejecución de procesos para prevenir y mitigar impactos ambientales, así como asegurar la integridad física de los trabajadores involucrados en el Proyecto Hidroeléctrico.

6.6.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Informar, capacitar y entrenar al personal acerca de procedimientos socio-ambientales.
- Capacitar a empleados acerca de procedimientos en materia de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

6.6.2.3. DURACIÓN

Se determina que tendría un tiempo estimado de 6 meses, para proceder a informar a todo personal relacionado con el Proyecto Hidroeléctrico.

6.6.2.4. INDICADORES

- Cantidad de personas a informar semanalmente.
- Calidad de la información proporcionada.
- Cantidad de simulacros realizados en un año.

6.6.3. PROYECTOS DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Se establecerán diferentes niveles de capacitación, como se señala a continuación.

6.6.3.1. PROYECTO DE INDUCCIÓN

Este debe ir dirigido al personal nuevo que se integra a las actividades de un Proyecto Hidroeléctrico y sus Líneas de Transmisión, ya sea temporal o permanentemente, así como a los visitantes.

Este nivel de capacitación permitirá informar, de manera general, acerca de las políticas socio-ambientales, de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional del Proyecto Hidroeléctrico, así como de las prohibiciones generales durante la permanencia del personal, lineamientos básicos del PMA, procedimientos generales acerca del manejo de residuos, aspectos generales para conducción de vehículos, restricciones de acceso a ciertas áreas del Proyecto, entre otros.

6.6.3.2. CAPACITACIÓN CONTINUA

Como parte integral del programa de capacitación ambiental se deben realizar sesiones de entrenamiento en asuntos ambientales, salud y seguridad para todos los empleados y trabajadores antes del inicio de cada jornada y de acuerdo a las actividades planificadas, durante estas charlas se podrán abordar los siguientes temas:

- Políticas de Seguridad, Salud y Ambiente del Proyecto Hidroeléctrico.
- Características físicas, bióticas y socio-ambientales del área del Proyecto y su zona de influencia, con énfasis en la Zona Núcleo del Área de Protección Especial de la Sierra Santa Cruz.
- Prohibiciones acerca de la caza, colección y/o consumo de especies de flora y fauna, catalogadas como vulnerables.
- Prohibiciones acerca de introducción de especies que eventualmente podrían competir con especies nativas.
- Procedimientos para la gestión de desechos.
- Uso y manejo de extintores.
- Cuidados de la salud, ergonomía en el trabajo, seguridad en el manejo de productos químicos, combustibles, seguridad en el manejo de grúas y levantamiento de carga, seguridad eléctrica, protección contra caídas, primeros auxilios, seguridad en el manejo de herramientas.
- Restricciones y procedimientos para las operaciones.
- Manejo defensivo, equipo de protección personal, trabajo en alturas, seguridad en taludes, mantenimiento de las instalaciones, identificación de riesgos laborales, accidentes en el trabajo, medidas de seguridad y contingencia ante emergencias.

Parte importante de la capacitación al personal será el conocimiento de este PMA.

El Supervisor de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, así como el Supervisor ambiental verificarán que todo el personal involucrado en la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica esté capacitado en este PMA, para lo cual se llevará los correspondientes registros de capacitación.

6.6.3.3. CAPACITACIÓN AVANZADA

Estará dirigida al personal permanente y podrá requerir la contratación de expertos en temas de salud, seguridad y ambiente. Parte importante de la capacitación al personal será el conocimiento de este PMA. El Supervisor de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional; así como el Supervisor ambiental verificarán que todo el personal involucrado en la Central esté capacitado en este PMA con el desarrollo de talleres semestrales.

Las temáticas deben incluir, pero no limitarse a:

- Normativas legales vigentes relacionadas con el Proyecto Hidroeléctrico y sus Líneas de Transmisión; y que regulan aspectos ambientales, de seguridad y salud ocupacional.
- Prohibiciones específicas para el personal que laborará en el Proyecto Hidroeléctrico y sus Líneas de Transmisión.
- Restricciones y procedimientos para el manejo y disposición de desechos sólidos y líquidos.
- Explicación y esclarecimiento de las especificaciones contenidas el PMA para la prevención y mitigación de impactos ambientales.
- Procedimientos de respuesta a emergencias y plan de evacuación, procedimientos de notificación de situaciones emergentes de trabajo.
- Primeros auxilios.
- Condiciones de seguridad para el desarrollo de actividades en la Central Hidroeléctrica y sus Líneas de Transmisión.
- identificación de riesgos laborales.
- Manejo defensivo.

6.6.3.4. CAPACITACIÓN EN PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

Como ha sido descrito en las diferentes secciones del Plan de Contingencias y Riesgos, se deben llevar a cabo simulacros que permitan determinar la efectividad de los procedimientos propuestos, identificar fallas y ejecutar acciones correctivas, en caso de ser requerido.

Durante la etapa constructiva y operativa se deben realizar simulacros al menos semestralmente, en los que se incluyan procedimientos de respuesta a emergencias médicas.

Se debe proceder a simulacros de evacuación al menos semestralmente, e incluir procedimientos de respuesta ante desastres naturales. Se deben llevar registros de los simulacros efectuados con listado de participantes, problemas encontrados y acciones requeridas para el perfeccionamiento del plan de evacuación.

6.7. PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

La Seguridad Industrial y la Salud Ocupacional es una responsabilidad compartida entre el empleado (o contratista), los supervisores a todo nivel y los empleados individuales.

6.7.1. GENERALIDADES

Este programa debe ser creado con el objeto de proteger a los empleados del Proyecto Hidroeléctrico, contratistas y subcontratistas, así como a los pobladores de su área de influencia, siempre y cuando estos sean afectados de forma directa por la construcción y/o operación de una Central Hidroeléctrica.

Las políticas de Salud y Seguridad se aplican en todas las actividades realizadas durante las labores de un Proyecto Hidroeléctrico, de tal manera que los trabajos se realicen evitando riesgos de accidentes e incidentes y si los hay, sean comunicados para su evaluación y posterior adopción de medidas correctivas para evitarlos en el futuro.

6.7.2. OBJETIVOS, DURACIÓN E INDICADORES

6.7.2.1. OBJETIVO GENERAL

Se debe proveer al personal de las herramientas y conocimientos adecuados para realizar correctamente su trabajo y brindar al trabajador un ambiente seguro para realizar sus labores.

6.7.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Minimizar los riesgos para la salud del personal involucrado con la construcción y operación de un Proyecto Hidroeléctrico.
- Reducir el riesgo de incidentes y accidentes que puedan derivar en afectaciones para la salud del personal relacionado con el Proyecto Hidroeléctrico y además de impactos socio-ambientales.

6.7.2.3. DURACIÓN

Se determina que tendría un tiempo estimado de 6 meses, para proceder a informar a todo personal relacionado con el Proyecto Hidroeléctrico. Debe ser realizado también durante todas las actividades de construcción y de operación, por lo cual se determina que tendría un tiempo estimado de 2 años para la construcción y 15 años de operación.

6.7.2.4. INDICADORES

- Calidad del entrenamiento proporcionado.
- Cantidad de reuniones de seguridad.
- Calidad de la información proporcionada.

6.7.3. COMPROMISOS POR PARTE DE LA ADMINISTRACIÓN

Para que la empresa promotora de un Proyecto Hidroeléctrico alcance su objetivo de proteger la salud y la seguridad de los trabajadores deberá comunicar su política a todos sus empleados y trabajadores y utilizarla como base para su programa de salud y seguridad.

La política como mínimo tiene que establecer el deseo de lograr un lugar de trabajo libre de accidentes mediante el cumplimiento de todos los requerimientos reglamentarios, comunicando los potenciales peligros a sus empleados y a otras partes interesadas, y suministrando entrenamiento y equipos de protección apropiados.

La política también tiene que definir las expectativas de la compañía con respeto a sus empleados y contratistas, responsabilizándoles de proteger la salud y seguridad propias y de sus compañeros.

6.7.4. ENTRENAMIENTO Y REUNIONES DE SEGURIDAD

El Proyecto Hidroeléctrico, debe asegurar que todos los contratistas y subcontratistas implementen un programa de seguridad global que incluya, entre otros, los siguientes aspectos principales:

- Normas de salud y seguridad ocupacional nacional vigente y aplicable a las actividades del Proyecto.
- Políticas ambientales y de Seguridad de la empresa.
- Responsabilidades de los trabajadores con respecto al uso y cuidado de la ropa de trabajo y equipo de protección personal.
- Peligros específicos del trabajo.
- Precauciones de seguridad.
- Responsabilidades del trabajo.

Los contratistas y el personal de Seguridad Industrial de un Proyecto Hidroeléctrico tienen que elaborar un cronograma para realizar reuniones periódicas en donde se verificará el cumplimiento de los procedimientos ambientales y de la seguridad.

Para tener una evidencia de dicha evaluación se debe levantar un acta de asistencia que registre también las conclusiones y resoluciones de la reunión realizada.

El cronograma debe estar a discreción del personal de seguridad quienes, luego de la evaluación del acta, determinan las fechas para las reuniones.

6.7.5. CONDICIONES DE PROTECCIÓN A LA SALUD Y SEGURIDAD

Conforme al plan de contingencias es importante la evaluación de los riesgos existentes en el área de un Proyecto Hidroeléctrico y sus Líneas de Transmisión, así como de su área de influencia.

La medición del riesgo debe realizarse en función de la información recopilada y tomando en cuenta el número y gravedad de las lesiones sufridas en el pasado por riesgos relacionados.

La base para el reconocimiento del riesgo se fundamenta en el conocimiento de las fuentes de exposición y factores nocivos que intensifican su nivel de afectación cuando se mezclan con determinadas tareas.

Los factores fundamentales del entorno de trabajo que son causa directa de accidentes o enfermedades pueden ser:

6.7.5.1. FUENTES DE EXPOSICIÓN

Se vinculan a enfermedades por la exposición de uno o varios agentes durante un período de tiempo breve o prolongado. La intensidad, tiempo, duración, son variables que determinan el grado de afectación.

Algunas de estas fuentes son:

- Exposiciones químicas disolventes (compuestos para limpiar o desengrasar).
- Exposiciones físicas (ruido, radiación, calor, frío, iluminación inapropiada, trabajos en alturas o en profundidad, etc.).
- Exposiciones fisiológicas (cargas pesadas, mala postura de trabajo).
- Exposiciones biológicas (virus, bacterias, sangre).
- Exposiciones psicológicas (trabajo en aislamiento, amenazas de violencia, horarios variables, etc.).

6.7.5.2. FACTORES NOCIVOS Y ACCIDENTES DE TRABAJO

Un factor nocivo está relacionado con un accidente de trabajo, puesto que en este entorno es en el que se producen los daños y se expone a los trabajadores.

Algunos de estos factores que se pueden encontrar en la fase de construcción y operación son:

- Operaciones de corte, con objetos como cuchillos, sierras o herramientas con filo.
- Operaciones de prensar y comprimir con prensas y herramientas de fijación.
- Caída de objetos que pueden causar golpes al trabajador.
- Calor, frío, electricidad, ruido, luz, radiación y vibraciones.
- Sustancias tóxicas y corrosivas.

- Traslado de carga excesiva.
- Estrés mental y psicológico por amenazas o problemas laborales o familiares.

Una vez identificadas las posibles fuentes es importante tomar las medidas que eviten que el accidente se presente, brindando el equipo adecuado al trabajador, mejorando su entorno de trabajo, eliminando los objetos que pudieren ocasionar accidentes, etc.

Para ello se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Todo el personal de campo tiene que participar en una inducción completa referida a la salud y seguridad, coordinada por el Proyecto Hidroeléctrico o sus contratistas. En las reuniones de capacitación se revisarán las políticas y reglas en materia de salud y seguridad en términos generales y específicos para cada trabajo.
- Los trabajadores y supervisores deben estar informados, ser conscientes de los riesgos y peligros del área.
- El entorno de trabajo ha de ser seguro mediante el uso de equipos de protección individual.
- El equipo y la maquinaria deben funcionar de manera segura conforme al uso que se asigne.
- Los contratistas del Proyecto Hidroeléctrico serán responsables del bienestar médico de sus empleados de planta y contratados. Por ello, deben organizar chequeos médicos anuales, asistencia médica, tratamiento u hospitalización cuando sea necesaria y evacuación de emergencia cuando los casos lo ameriten.
- El Proyecto Hidroeléctrico y sus contratistas deben suministrar a sus empleados medidas profilácticas o higiénicas y vacunas contra enfermedades, según sean necesarias y requieran las condiciones del área de trabajo.
- El Proyecto Hidroeléctrico y sus contratistas deben disponer de Supervisores de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional que sean responsables de garantizar que el trabajo se cumpla de conformidad con todas las reglas, regulaciones y buenas prácticas de trabajo aplicables de seguridad.
- El personal médico del contratista está en la obligación de intervenir en los simulacros que se realicen, lo cual ayudará al personal médico a tener una visión clara de la logística indispensable y necesaria para estos tipos de emergencias, así como a optimizar los tiempos de respuesta médica.

6.8. PROGRAMA DE MANEJO DE DESECHOS

Un buen programa de manejo de desechos establece las directrices para el adecuado manejo de cualquier residuo generado por las actividades ejecutadas durante la etapa constructiva y operativa, y cuyo manejo es responsabilidad del Proyecto Hidroeléctrico, contratistas y subcontratistas.

6.8.1. GENERALIDADES

Bajo el programa para manejo de desechos de un Proyecto Hidroeléctrico se dará seguimiento a los flujos de desechos y mantendrá un inventario de los mismos.

Cada desecho será identificado según sus características, tratamiento y disposición final.

La prevención de la contaminación es la práctica de reducir o eliminar las descargas contaminantes al aire, agua o suelo, lo cual incluye:

- Uso de productos ecológicamente aceptables, cambios en los procesos y prácticas industriales en la medida aplicable, utilización de tecnologías más limpias, reducciones en

las fuentes, reutilización beneficiosa, reciclaje, minimización de desechos y prácticas apropiadas de manejo, tratamiento y disposición final.

- La prevención de la contaminación requiere un mejoramiento continuo en las prácticas de operación.

6.8.2. OBJETIVOS, DURACIÓN E INDICADORES

6.8.2.1. GENERAL

Mitigar los impactos directos sobre los factores socio-ambientales relacionados con los desechos generados a causa del desarrollo de las actividades de un Proyecto Hidroeléctrico.

6.8.2.2. ESPECÍFICOS

- Disminuir los impactos directos sobre los factores socio-ambientales relacionados con el almacenamiento, tratamiento y disposición de desechos sólidos.
- Reducir la magnitud de los impactos directos sobre los factores socio-ambientales resultantes de las descargas de desechos líquidos.

6.8.2.3. DURACIÓN

Debe ser realizado durante las actividades de construcción y de operación, por lo cual se determina que tendría un tiempo estimado de 2 años para la construcción y 15 años de operación.

6.8.2.4. INDICADORES

- Cantidad de desechos sólidos generados por la implantación de la Central Hidroeléctrica.
- Cantidad de descargas al río Sumache.
- Calidad del agua descargada al río Sumache.
- Disposición final de desechos sólidos.
- Calidad del manejo de desechos sólidos.

6.8.3. MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS

El manejo adecuado para los desechos implica mantener una secuencia integral de éstos, desde su generación hasta la disposición final y capacitar a todo el personal para que participe y colabore en este procedimiento.

6.8.3.1. IDENTIFICACIÓN DE DESECHOS

Durante la vida útil de un Proyecto Hidroeléctrico y sus Líneas de Transmisión es importante identificar los desechos que se generan y analizar las alternativas de tratamiento y disposición final.

Es importante destacar que los tipos y cantidades de desecho; consecuentemente deberá actualizarse periódicamente el inventario y definir con antelación los requerimientos de tratamiento y disposición final de los desechos generados.

Esquema 11. Tipos de desechos identificados para etapa de construcción.

Residuos de Construcción	<ul style="list-style-type: none"> •Cemento, grava, arena, otros escombros.
Residuos de tuberías y estructuras metálicas	<ul style="list-style-type: none"> •Acero, tubos, cables, varilla.
Focos y/o fluorescentes	<ul style="list-style-type: none"> •Mantenimiento de instalaciones.
Envases metálicos	<ul style="list-style-type: none"> •Envases de grasas, pinturas, aceites, etc.
Vidrio	<ul style="list-style-type: none"> •Envases de bebidas, productos químicos, restos de material no utilizado en obras civiles (campamentos).
Plásticos convencionales	<ul style="list-style-type: none"> •Botellas, utensilios plásticos.
Plásticos industriales	<ul style="list-style-type: none"> •Toldos, tubos PVC, tuberías, baldes de químicos, aceites.
Filtros de aceite usados	<ul style="list-style-type: none"> •Filtros de aceite empleados en vehículos y maquinaria.
Filtros de aire usados	<ul style="list-style-type: none"> •Filtros empleados en mantenimiento de equipos y maquinaria.
Aceites, lubricantes y grasas	<ul style="list-style-type: none"> •Aceites y grasas producidos en mantenimiento de vehículos y maquinarias.
Baterías y pilas usadas	<ul style="list-style-type: none"> •Baterías y pilas utilizadas de maquinaria, equipos y/o vehículos.
Material desbrozado y/o madera cortada	<ul style="list-style-type: none"> •Vegetación desbrozada, madera.
Papel, cartón	<ul style="list-style-type: none"> •Papelería de las oficinas de la obra, material de embalaje de insumos.
Residuos médicos	<ul style="list-style-type: none"> •Material corto punzante (agujas, jeringuillas), gasas y otros generados en atención de heridas.
Residuos de productos químicos, explosivos	<ul style="list-style-type: none"> •Material empleado para detonaciones y otras aplicaciones.
Llantas usadas	<ul style="list-style-type: none"> •Mantenimiento de vehículos.
Residuos orgánicos domésticos	<ul style="list-style-type: none"> •Residuos de preparación y consumo de alimentos (campamento central y campamentos de avanzada).

Fuente: Elaboración propia.

Esquema 12. Tipos de desechos identificados para etapa de operación.

Baterías y pilas usadas	• Baterías y pilas utilizadas de maquinaria, equipos y/o vehículos.
Residuos metálicos	• Acero, tuberías, válvulas, sellantes, varillas, cemento, etc.
Filtros de aceite usados	• Filtros de aceite empleados en vehículos y maquinaria.
Filtros de aire usados	• Filtros empleados en mantenimiento de equipos y maquinaria.
Focos y/o fluorescentes	• Mantenimiento de instalaciones.
Aceites, lubricantes y grasas	• Mantenimiento de vehículos, equipos, maquinaria. Aceite dieléctrico de los transformadores.
Plástico convencional	• Botellas y tapones de bebidas, fundas plásticas, otros.
Plástico Industrial	• Baldes, tambores, tubería de PVC, etc.
Vegetación desbrozada	• Desbroce de vegetación en actividades de mantenimiento.
Llantas usadas	• Mantenimiento de vehículos.
Residuos médicos	• Material corto punzante (agujas, jeringuillas), gasas y otros generados en atención de heridas.
Sedimentos	• Acumulados en las estructuras de captación.
Residuos orgánicos domésticos	• Residuos de preparación y consumo de alimentos (casa de operadores y guardiana en la bocatoma y casa de control y guardiana en la casa de máquinas).

Fuente: Elaboración propia.

6.8.3.2. REGISTRO DE VOLUMEN DE DESECHOS GENERADOS

Luego de la identificación es necesaria la cuantificación de los desechos generados por las diferentes actividades de una Central Hidroeléctrica. La periodicidad de este registro deberá acoplarse al volumen de desechos generados, que puede efectuarse diaria o semanalmente, pero manteniendo siempre bitácoras mensuales de desechos generados; este registro deberá contener al menos la siguiente información:

Esquema 13. Datos para registro de consolidado de desechos sólidos.



Fuente: Elaboración propia.

6.8.3.3. REDUCCIÓN EN LA FUENTE

La reducción en la fuente es la primera medida para una gestión adecuada de los desechos sólidos, para lograr esta reducción se pueden tomar las siguientes medidas:

- Reducción del volumen de desechos en el punto de generación, es decir utilizar insumos que sean envasados en recipientes de mayor capacidad para no generar mayor volumen de desechos con envases pequeños y de preferencia que sea reutilizables o que se pueda retornar al fabricante.
- Usar tambos o envases metálicos de químicos para almacenar temporalmente y transportar residuos contaminados.
- Los aceites y lubricantes usados que no estén en contacto con otras sustancias pueden usarse como lubricantes de tipo industrial en equipo que no requiera lubricación final.

6.8.3.4. ALMACENAMIENTO

Todo operador que tenga a su cargo o bajo delegación en su área, el manejo de los desechos deberá estar capacitado sobre el lugar y la correcta disposición de los desechos. La capacitación está a cargo del Supervisor ambiental; pero también podrá ser delegado al Supervisor de Salud y Seguridad Industrial.

Para el almacenamiento temporal de desechos en los diferentes frentes de trabajo deberán proveerse contenedores claramente diferenciados por color y con rotulación.

En general se dispondrán de contenedores para residuos orgánicos y para residuos reciclables (papel, cartón, plásticos y chatarra).

De ser requerido y en función de las actividades a efectuarse en los sitios de trabajos se dispondrán otro tipo de contenedores para residuos especiales (baterías, pilas, fluorescentes) y peligrosos (aceites y lubricantes usados, entre otros).

Los contenedores se deben ubicar en áreas no inundables, alejados del Río Sumache, el sitio de ubicación deberá estar protegido de lluvia para evitar que se desagüen o humedezcan y del viento para impedir que se dispersen los desechos.

Para el caso de los desechos orgánicos domésticos los contenedores deberán estar provistos además de tapas para evitar la proliferación de fragmentos.

Los desechos resultantes de las actividades médicas, serán dispuestos en un recipiente plástico que esté identificado y sea de uso exclusivo para éste.

Los centros de enfermería dispondrán de al menos dos tipos de contenedores, uno destinado al almacenamiento de desechos como gasas, algodón y otros, y un contenedor de boca angosta para receptar objetos corto punzantes (agujas, jeringuillas, lancetas, otros).

Los desechos generados deberán ser entregados a una entidad debidamente calificada y autorizada por la autoridad competente.

De ser requerido se mantendrá un solo sitio de acopio final de residuos; el mismo que debe estar alejado al menos 50 m del río y con cubierta; estos sitios de acopio deberán disponer de contenedores con una capacidad de almacenamiento acorde a los volúmenes generados.

En función del tipo de residuos (por ejemplo madera, chatarra, plástico) en lugar de contenedores podrá emplearse sitios debidamente cercados sin necesidad de superficies

impermeabilizadas, siempre y cuando los desechos a acumular no generen rebosamiento que eventualmente podría contaminar el suelo y el río. Las áreas de almacenamiento deberán estar claramente diferenciadas mediante rótulos informativos.

Los recipientes que contengan material que se puede derramar debido a su naturaleza (por ejemplo aceites y lubricantes) deben estar ubicados en áreas impermeabilizadas y con diques de contención.

Para el almacenamiento de residuos peligrosos se observará la compatibilidad de los mismos, a fin de no generar riesgos de combustión o explosión.

Esta medida reduce el riesgo en la manipulación, embalaje y transporte de desechos, para que cada tipo pueda ser fácilmente reconocido y manejado acorde a su grado de peligrosidad.

6.8.3.5. MANEJO Y TRANSPORTE DE DESECHOS

Es importante realizar una evaluación de los lugares de desalojo de los desechos y una vez identificados proceder a trazar rutas, horarios y frecuencias para el transporte de los mismos.

El programa previsto debe incluir, entre otras, las siguientes medidas:

- El personal en contacto con los desechos debe estar provisto de equipo de protección personal adecuado a sus funciones.
- Asegurar que durante el transporte de los desechos se cuente con un toldo de protección.
- Asegurar el mantenimiento apropiado de los vehículos de transporte.
- La gestión de los desechos se debe realizar por empresas que cuentan con los permisos y autorizaciones por parte de entidades competentes y equipo necesario.
- Los residuos de productos químicos deben manipularse y transportarse en contenedores que deben estar debidamente rotulados identificando el tipo de producto contenido y avisos de seguridad.

6.8.3.6. DISPOSICIÓN FINAL

Los desechos que por su origen, composición o tipo no puedan reciclarse o reutilizarse deben ser depositados en un relleno sanitario autorizado por una entidad competente.

Según el volumen de generación y previo a un acuerdo con la empresa recolectora los desechos pueden ser retirados en el lugar, respetando para ello las normas establecidas por la empresa en cuanto al envase recolector, días y horas indicados por la entidad encargada de su manejo.

El transporte y disposición final de desechos catalogados como peligrosos serán efectuados por una empresa que cuente con licencia ambiental.

Los contenedores de residuos peligrosos deberán contar con rotulación informativa sobre el tipo de producto contenido, advertencia del peligro y otra información relevante.

El Proyecto Hidroeléctrico debe ser responsable de hacer un seguimiento de lo actuado por el contratista encargado de la gestión de residuos.

El esquema a continuación se sugiere alternativas para el manejo de los desechos.

Esquema 14. Alternativas de disposición final de desechos sólidos para la etapa de construcción.

Cemento no utilizado	• Reutilización en vías de acceso.
Escombros	• Relleno para etapa final de la Construcción.
Botellas de vidrio	• Centro de reciclaje.
Envases de metal	• Limpieza de los envases y reutilización como botaderos de basura .
Envases plásticos	• Centro de reciclaje.
Plástico industrial	• Limpieza y reutilización de los envases de acuerdo al contenido.
Filtros de aceite usado	• Drenar el aceite mediante una malla metálica hacia un depósito controlado, libre de calor o lluvia y enviar a relleno.
Grasa no utilizada	• Almacenar para futuros usos.
Baterías usadas	• El plomo de las placas puede ser reciclado.
Vegetación desbrozada y madera	• Troncos para uso constructivo, preparación de compost y actividades de reforestación.
Desechos orgánicos del campamento	• Compost, relleno sanitario.

Fuente: Elaboración propia.

Esquema 15. Alternativas de disposición final de desechos sólidos para etapa de operación.

Envases plásticos	• Centro de reciclaje.
Plástico industrial	• Limpieza y reutilización de los envases de acuerdo al contenido.
Desechos orgánicos del campamento	• Compost, relleno sanitario.
Envases de metal	• Limpieza de los envases y reutilización como botaderos de basura.

Fuente: Elaboración propia.

6.8.3.7. SEDIMENTOS RETENIDOS EN LAS ESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN

En la etapa de operación de un Proyecto Hidroeléctrico, se provocará una acumulación de sedimentos en las estructuras que conducen la captación de agua y en el tanque desarenador.

Con el objeto de evitar un incremento excesivo de sólidos sedimentables en el Río, se debe efectuar una evacuación semestral o según los requerimientos dados por los técnicos.

6.8.4. MANEJO DE DESECHOS LÍQUIDOS

Los desechos líquidos procedentes de los Campamentos y de la Casa de Máquinas de un Proyecto Hidroeléctrico se describen a continuación.

6.8.4.1. DISPOSICIÓN FINAL DE AGUAS NEGRAS Y GRISES (AGUAS RESIDUALES)

Las aguas negras y grises se deben dirigir a fosas sépticas de donde se extraen las mismas y deben ser enviadas para su tratamiento y disposición final, a una empresa especializada en este tipo de tratamientos, que debe contar con licencia ambiental y cumplir con los límites permisibles establecidos en la legislación ambiental.

El encargado del seguimiento respectivo a cada uno de sus despachos por medio de informes por parte de la empresa que realizó el tratamiento, en los que se detalle:

- volumen, tratamiento, disposición final y
- cumplimiento de los valores límites permisibles para este tipo de descargas, debe ser el Supervisor ambiental.

Los lodos generados por el mantenimiento de estos sistemas de tratamiento serán dispuestos de acuerdo a la gestión de desechos sólidos orgánicos.

En caso de requerir construir algún sistema de tratamiento de aguas negras y grises en el sitio; estas pueden ser descargadas siempre y cuando se cumpla con los límites máximos permisibles indicados a continuación:

Tabla 18. Límites máximos permisibles para descargas de aguas.

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Potencial hidrógeno	pH	----	5<pH<9
Temperatura	°C	----	< 35
Coliformes fecales	NMP/100ml	----	Remoción > al 99.9%
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	250
Cloro activo	Cl	mg/l	0.5
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0.3
Tenso activos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/	0,5

Fuente: Elaboración propia en base al BM, Julio 1998.

6.8.4.2. DISPOSICIÓN FINAL DE AGUAS TURBINADAS

Para controlar que no se cause ningún impacto al Río Sumache, se monitoreará los criterios de la calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna, así como para uso agrícola.

6.9. PROGRAMA ESPECIAL DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA, PROGRAMA DE RESCATE BIÓTICO

El Proyecto Hidroeléctrico, consecuente con la necesidad de impedir o al menos minimizar significativamente la afectación a especies sensibles e inclusive catalogadas en peligro de extinción, ejecutará proyectos especiales en que centrará esfuerzos para su conservación.

6.9.1. OBJETIVOS, DURACIÓN E INDICADORES

6.9.1.1. OBJETIVO GENERAL

Salvaguardar especies de flora y fauna de importancia ecológica existentes en la Subcuenca Sumache.

6.9.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evitar la pérdida de ejemplares de flora y fauna, con importancia ecológica.
- Rescatar y reubicar especies botánicas en el bosque aledaño.

6.9.1.3. DURACIÓN

Debe ser realizado durante las actividades de construcción, por lo cual se determina que tendrían un tiempo estimado de 2 años.

6.9.1.4. INDICADORES

- Cantidad de especies de flora reubicadas en el bosque aledaño.
- Cantidad de actores interesados en la preservación de especies de flora y fauna.

6.9.1.5. PROCEDIMIENTOS

El Supervisor ambiental y/o un biólogo especialista, deben efectuar recorridos de observación previo al avance de las cuadrillas de construcción y durante las actividades de apertura de brechas para verificar la presencia de especies de flora y fauna de importancia ecológica, en los frentes de trabajo y poder así realizar su rescate, o en su caso una minivariante de la ruta.

Se debe realizar el rescate de las especies de flora, de todas las áreas donde se realicen las actividades constructivas, estas especies deben ser colocadas en el bosque aledaño, o en último caso conservadas en un vivero aledaño o jardín botánico.

Las actividades de rescate de especies botánicas se efectuarán en todos los frentes de trabajo, donde se prevé desbroce de cobertura vegetal.

6.9.2. PROYECTO DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES BOTÁNICAS SENSIBLES

Este Proyecto tendría como objetivo la preservación del hábitat de especies sensibles en el sector, pero su ejecución dependerá del interés de la población y otros organismos o instituciones.

Planificación participativa:

El desarrollo del Proyecto requiere dos niveles de participación, un primer nivel que involucre a la población local del área de influencia y, un segundo nivel, con otros actores interesados en la preservación de estas especies (ONG, etc.).

Colaboración interinstitucional:

Resulta indispensable la intervención de otros actores mediante mecanismos de co-responsabilidad en la formulación y aplicación del Proyecto. En este sentido, esta iniciativa solo se puede gestionar de forma interinstitucional.

6.10. PROGRAMA DE RELACIONES COMUNITARIAS

Un proyecto Hidroeléctrico de acuerdo a su visión de responsabilidad empresarial debe adoptar medidas que integren los aspectos sociales y medio-ambientales tanto en la fase constructiva y operativa del Proyecto.

Para la compañía, ser socialmente responsable no significa solamente cumplir plenamente con las obligaciones jurídicas, sino también invertir en el capital humano y en el entorno donde se emplazará la Central Hidroeléctrica.

6.10.1. OBJETIVO, DURACIÓN E INDICADORES

6.10.1.1. OBJETIVO GENERAL

Apoyar al desarrollo local a través de Comités de Gestión y Participación comunitaria integrado mayoritariamente por representantes de las zonas de influencia, sectores sociales y de las comunidades relacionadas con el proyecto.

6.10.1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

Asumir el compromiso bajo este enfoque de responsabilidad empresarial.

6.10.1.3. DURACIÓN

Debe ser realizado durante todas la fase de construcción y de operación, por lo cual se determina que tendría un tiempo estimado de 2 años para la construcción y 15 años de operación.

6.10.1.4. INDICADORES

- Cantidad de reuniones con la comunidad.
- Calidad de la respuesta de participación.

6.10.2. ENFOQUE DEL PROGRAMA DE RELACIONES COMUNITARIAS

6.10.2.1. DESARROLLO SUSTENTABLE O SOSTENIBLE

Es indispensable que los proyectos a efectuarse contemplen la potencialidad, tanto actual como en el futuro, para que los procesos y beneficios no sean puntuales, sino que los efectos positivos se mantengan en el tiempo y no dependen únicamente de eventos oportunos.

Para lograr este objetivo es necesario que exista empoderamiento de la comunidad en el ciclo de planificación, monitoreo y evaluación de los proyectos; solamente cuando hay una participación efectiva las actividades llegan a ser significativas para quienes concurren en ella.

Para satisfacer las aspiraciones humanas significativas en tiempos prolongados, es importante establecer una relación armónica entre la utilización de los recursos, la dirección de las inversiones y los cambios organizacionales.

Un desarrollo sostenible engloba las tres dimensiones que se presentan a continuación:

Dimensión ecológica:

Mantener el entorno ambiental donde se desarrolla el ser humano es esencial para la consecución de una vida confortable y un condicionante para el desarrollo emocional de las personas.

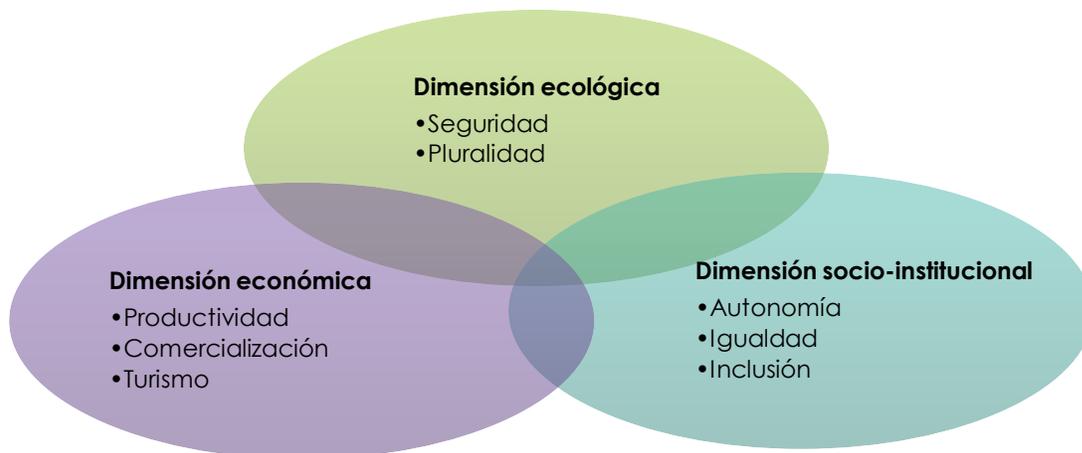
Dimensión económica:

La generación de ingresos es fundamental para la supervivencia de las personas, en virtud de ello, la productividad es considerada como un factor que tiene que ser satisfecho ahora pero sin menoscabar el futuro.

Dimensión Socio-Institucional:

Fomentar la organización social es la base necesaria para generar procesos que contemplen los derechos humanos y equidad de los diferentes grupos.

Esquema 16. Desarrollo sostenible.



Fuente: Elaboración propia.

La obtención de un desarrollo sostenible implica que estas tres dimensiones concurren en un mismo punto de encuentro, además de una visión a futuro entre los actores locales, pues de ellos dependerá que las acciones de la empresa sean el inicio de procesos más sostenidos y permanentes.

6.10.2.2. DESARROLLO INTEGRAL

El programa de relaciones comunitarias pretende dar respuesta a las particularidades de los distintos grupos involucrados en el área de influencia, verificando que su participación tanto en los beneficios como en los procesos de planificación no responda a desigualdades sociales y relaciones inequitativas evitando cualquier vínculo de dependencia directa o indirecta por parte de los actores con el proyecto.

6.10.2.3. CONCERTACIÓN

Un Proyecto Hidroeléctrico al intervenir dentro de las comunidades despierta necesariamente expectativas tanto positivas como negativas entre los actores locales (gobierno seccional, comunidades y organismos privados) que se desenvuelven en la Subcuenca. En razón de ello, es indispensable generar espacios de consulta, información y socialización para que las dudas respecto al funcionamiento del proyecto sean despejadas, además de que las quejas o

demandas pasen de la protesta a la propuesta y de la confrontación a la concertación. Por otra parte, el manejo de información adecuada puede generar una reunión al vincular los esfuerzos de los distintos actores en función del desarrollo local.

6.10.2.4. PARTICIPACIÓN

Este acápite se asume ya que ningún cambio social es efectivo sino cuenta con la participación de los involucrados desde el diseño del proyecto, hasta la implementación y evaluación de las acciones. En este sentido, la intervención de los distintos actores se presentará en un espacio de comunicación abierto entre la comunidad y el proyecto para expresar planteamientos de la población.

Para que la intervención se dé en un marco de consensos es elemental que las comunidades comprendan que su rol no es el de ser solamente demandantes sino que es el de constituirse en socios bien organizados, involucrados en forma co-responsable en la toma de decisiones que los afectan o benefician.

6.10.3. DISPOSICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS

Los programas dispuestos a continuación son lineamientos que deberán ser tomados en cuenta en el Plan de Desarrollo; puesto que no constituyen ejes de acción paralelos a dicho documento.

6.10.3.1. PROYECTO DE IMPULSO SOCIAL

En un programa de desarrollo se debe procurar la inserción de proyectos que estén direccionados a vigorizar la producción local y su comercialización, y el pleno empleo de la mano de obra calificada y no calificada de la región; mejorando así los ingresos económicos de las familias, esto con el fin de que los beneficiarios trasciendan el número de personal contratado por el proyecto que vaya a ejecutarse y que la reactivación económica tenga mayor injerencia a nivel comunitario.

6.10.3.1.1. OBJETIVO GENERAL

Fortalecer los ingresos económicos, en los niveles de ahorro y consumo, de las familias del área de influencia.

6.10.3.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mejorar las condiciones de producción existentes en la zona.
- Impulsar el desarrollo turístico de la zona.

6.10.3.2. PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS BÁSICOS

Mejorar las condiciones de habitabilidad de los hogares presentes en las zonas en que vaya a ejecutarse un Proyecto Hidroeléctrico, fortalecer la infraestructura de servicios básicos, con la finalidad de satisfacer la nueva demanda de la capa poblacional fruto de la migración laboral propia del proyecto que vaya a ejecutarse.

6.10.3.2.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar la infraestructura de todos los servicios básicos y su alcance.

6.10.3.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Optimizar los recursos provenientes del desarrollo de un Proyecto Hidroeléctrico que permitan un acceso pleno a los servicios, tanto por la población permanente como por la población temporal.

6.10.3.3. PROYECTO DE SALUD

Como se mencionó en capítulos anteriores, las comunidades ubicadas dentro de la Subcuenca Sumache cuentan con una infraestructura de Salud deficiente, tanto en la disponibilidad de acceso a este servicio, como en la calidad del mismo. En consideración a la importancia de las condiciones de salud se prevee que el Proyecto Hidroeléctrico debe diseñar medidas complementarias para fortalecer la oferta de servicios de salud.

6.10.3.3.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar el acceso a servicios de salud en las comunidades de la Subcuenca y su calidad.

6.10.3.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Incrementar el personal, los equipos y los medicamentos, tanto para la zona rural como para la zona urbana.
- Establecer capacitaciones permanentes sobre educación sexual y convivencia pacífica.

6.10.3.4. PROYECTO DE EDUCACIÓN

Como en los servicios de salud, las comunidades de la Subcuenca tampoco cuentan con suficiente material educativo y equipamiento en sus escuelas. Estos factores influyen en gran medida para la obtención de un sistema educativo de calidad, por lo cual el Proyecto Hidroeléctrico debe desarrollar un plan de gestión comunitaria considerando a la educación como uno de los ejes más importantes a desarrollar.

6.10.3.4.1. OBJETIVO GENERAL

Contribuir al fortalecimiento del sistema educativo del área de influencia.

6.10.3.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apoyar al mantenimiento de la infraestructura educativa.
- Dotar de equipamiento y material escolar.
- Promover la formación de educadores.

6.10.3.5. PROYECTO DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Las comunidades asentadas en la Subcuenca y el área de influencia directa a la construcción de un Proyecto Hidroeléctrico deben ser informadas sobre las características del proyecto, sus impactos, beneficios y sobre el PMA. El objetivo es mantener informada a la población y evitar incertidumbre y especulación sobre el proyecto por falta de información.

6.10.3.5.1. OBJETIVO GENERAL

Mantener informada a la población, antes, durante y después de las obras civiles.

6.10.3.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fortalecer relaciones de buena vecindad y de confianza entre la empresa, contratistas y comunidades.
- Informar a la población el alcance del proyecto, impactos y el PMA para prevenir y mitigar los impactos potenciales.
- Mejorar el proceso de toma de decisiones de la empresa.

6.10.3.6. ACCIONES COMPLEMENTARIAS AL DESARROLLO COMUNITARIO

En las fases de construcción y operación de un Proyecto Hidroeléctrico, existen actividades que le competen a la empresa y de las cuales se derivarán beneficios para las poblaciones ubicadas en el área de influencia directa, pero lo cual se deben crear los siguientes ejes de acción:

- Priorizar la contratación de mano de obra local para fines del proyecto.
- Atención médica en las instalaciones del proyecto durante la fase de construcción.
- Mantenimiento de la vía de acceso hasta el proyecto.
- Consumo de la producción local de bienes y servicios.

6.11. PROGRAMA DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS

Dentro del área de influencia, existen áreas que pueden ser alteradas por efectos de las actividades constructivas del proyecto y que deberán ser recuperadas mediante actividades de reconfiguración de taludes y reforestación.

6.11.1. GENERALIDADES

El programa se enmarca en la aplicación de acciones de restauración y reconfiguración en áreas intervenidas por las actividades de construcción del campamento temporal, vías de acceso, sitios de acopio de materiales, entre otros.

6.11.2. OBJETIVO, DURACIÓN E INDICADORES

6.11.2.1. OBJETIVO GENERAL

Recuperar áreas afectadas por las actividades constructivas alcanzando en la medida posible las características originales del área.

6.11.2.2. DURACIÓN

Se determina que tendrían un tiempo estimado de 1 año, después de finalizadas las actividades de construcción.

6.11.2.3. INDICADORES

- Cantidad de hectáreas a reforestar.
- Kilómetros de mantenimiento de vías de acceso.
- Calidad de la limpieza de desechos líquidos y sólidos.
- Volumen de suelo vegetal a reubicar, en áreas como campamentos y sitios de acopio temporal para materiales de construcción.

6.11.3. PROYECTO DE DESMOVILIZACIÓN DE CAMPAMENTOS Y PLATAFORMAS DE TRABAJO

- Reconformación de los suelos en áreas de campamento y plataformas de trabajo (que no son considerados permanentes para operación).
- Los drenajes existentes se deben limpiar y ser despejados para mantener el flujo natural.
- En zonas bajas se deben construir zanjas de drenaje para evacuar aguas lluvias y evitar estancamientos.
- Se tienen que retirar los materiales que impidan el flujo normal del curso natural en el punto de captación de agua para consumo en el campamento central.
- Se debe proceder al relleno y tapado de letrinas, rellenos sanitarios y trampas de grasas.
- Se deben reconformar zanjas o cubetos utilizados para áreas de combustibles. Retirar todo material de impermeabilización (plástico).
- Se pueden tomar muestras de agua de los principales cursos naturales existentes principales si esto aplica, para definir el estado final de la calidad del agua. Esta campaña se debe realizar con la coordinación de los Supervisores ambientales.
- Se debe proceder a la recolección y limpieza total de desechos sólidos y líquidos (manchas de aceites, combustibles, etc.). Los materiales utilizados para la construcción de los campamentos en lo posible será reutilizada en los siguientes frentes de trabajo si esto aplica.
- Los sitios de acopio temporal de material de construcción serán limpiados, cubiertos con suelo orgánico y se procederá a la reforestación.
- Los campamentos deben ser desmantelados y desmovilizados al finalizar las actividades constructivas.
- Las áreas que no sean utilizadas por los puntos de apoyo durante la operación deben ser limpiadas y restauradas a las condiciones originales.
- En las áreas que se vayan a ocupar para los campamentos se esparcirá suelo vegetal a fin de facilitar procesos de reforestación futura.
- Residuos de vegetación y madera deben ser triturados y puestos en contacto con el suelo, para favorecer su descomposición.
- Se debe emprender un programa de reforestación.
- Los escombros pueden ser utilizados para rellenos y reconformación, si esto es posible, de caso contrario deben ser enviados a una escombrera debidamente autorizada por la entidad de control.

6.11.4. PROYECTO DE REFORESTACIÓN

Este plan debe ser aplicado en las áreas donde se requiera reforestación, especialmente en las áreas ocupadas temporalmente por efectos de construcción.

Durante el movimiento de tierras, la disposición de un lugar específico para conservar el suelo orgánico es primordial para posteriormente utilizarlo en la etapa de reconformación y reforestación, en caso de que no sea suficiente, se puede adquirir en sectores aledaños.

Se debe reforestar con especies herbáceas, arbustivas y arbóreas nativas, aquellos lugares que el proyecto amerite reforestación, donde se requiera restaurar los hábitats afectados por la fase constructiva, así como en las zonas aledañas del borde del Río donde se realicen actividades constructivas como es el caso de las áreas de captación y desfogue. Para la consecución de las especies se puede instalar un vivero con las especies arbustivas y arbóreas nativas, o en su caso, se puede adquirir material vegetal nativo de viveros de zonas aledañas.

En la reconformación del relieve del área de tubería de presión, así como en áreas donde la pendiente sea muy pronunciada e inclinada, se debe aplicar conjuntamente con ingeniería, las medidas para evitar la erosión del suelo. La reforestación en éstas áreas como es el caso del derecho de vía o de la tubería de presión debe tener prioridad.

La reforestación aplicando medidas de control de erosión como contracorrientes, cunetas, etc., deberá ser complementada con un plan de reforestación y reconfiguración *in situ*.

6.12. PROGRAMA DE ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA

El plan de abandono y entrega del área debe establecer previsiones y medidas para el abandono gradual y planificado de la zona y la recuperación paulatina hasta alcanzar en la medida posible las condiciones iniciales de la Subcuenca Sumache, sobre todo del área donde se vaya a implantar el proyecto que será aplicado cuando la vida útil del proyecto haya culminado.

6.12.1. GENERALIDADES

La construcción y operación de un Proyecto Hidroeléctrico es concebido para su permanencia, por representar un proyecto de beneficio para el sector eléctrico del país.

No obstante, dentro del compromiso ambiental del Proyecto Hidroeléctrico se deben involucrar las acciones que deben realizarse para restaurar la zona en el momento que la operación de la hidroeléctrica cese y garantizar que se abandona la actividad, dejando el lugar con la menor afectación posible.

6.12.2. OBJETIVO, DURACIÓN E INDICADORES

6.12.2.1. OBJETIVO GENERAL

Lograr que el área intervenida para la implantación del proyecto retorne a condiciones similares a las que se encuentran antes del inicio de obras.

6.12.2.2. DURACIÓN

Se determina que tendría un tiempo estimado de 1 año y 6 meses, después de culminada la fase de operación de la Central Hidroeléctrica.

6.12.2.3. INDICADORES

- Cantidad de hectáreas restauradas.
- Cantidad de hectáreas reforestadas.
- Cantidad de caudal retornado al río.

6.12.3. MEDIDAS GENERALES

Para desarrollar un Plan de Abandono y Entrega del Área es necesario:

- Establecer un cronograma para las actividades de desmantelamiento y retiro de equipos, demolición de superficies duras y estructuras, retiro de escombros, limpieza, reconfiguración y restauración de las áreas empleadas para la operación de la Hidroeléctrica, contando para esto con la asesoría técnica de un equipo multidisciplinario de profesionales que incluyan técnicos civiles, ambientales, geólogos y forestales. Las actividades deben estar a cargo del Supervisor ambiental.

Se debe proceder con las siguientes actividades:

- Desmantelar y retirar de las áreas en abandono, todos los equipos y estructuras introducidos en el lugar.
- Demoler todas las estructuras de ladrillo o cemento y retirar los escombros del lugar de acuerdo con el plan de manejo de desechos.
- Todas las depresiones deben ser rellenadas y la superficie reconstruida al punto que los contornos y el sistema de drenaje sea compatible con las áreas aledañas.
- Descompactar los suelos y aportar suelo orgánico para promover la reforestación natural del lugar.
- Las áreas abandonadas deben ser monitoreadas periódicamente por el Supervisor ambiental para evaluar el estado de recuperación e identificar problemas y establecer las medidas necesarias para facilitar su recuperación.
- Todos los desechos de origen doméstico e industrial, luego de su clasificación, deben ser tratados y dispuestos de acuerdo a lo previsto en el plan de manejo de desechos.
- Reconformación de suelos en áreas de implantación utilizadas en la Central Hidroeléctrica.
- La geoconformación de áreas intervenidas en donde haya habido un apreciable movimiento de tierras y nivelación del terreno, deben ser una de las prioridades del abandono. La geoconformación implica, restaurar hasta donde sea posible, las formas de los relieves existentes antes de la ejecución del proyecto.
- Disponer escombros, equipos y materiales retirados o demolidos de acuerdo a sus características y estado en el que se encuentren.
- Limpieza en drenajes con el fin de no obstaculizar el flujo natural.
- Los taludes deben ser estabilizados y revegetados hasta garantizar que estos no serán afectados en el futuro por fenómenos de erosión.
- Retirar todo material de desecho del lugar de acuerdo con el plan de manejo de desechos.
- En los sitios que presenten problemas de erosión del suelo, se cubrirá con vegetación cortada, colocando atados de vegetación y/o abriendo surcos o zanjas de control y desviación de caudales, para así prevenir y controlar la erosión.
- Realizar zanjas de drenaje y así evacuar las aguas lluvias evitando estancamientos.
- Relleno y tapado de fosas sépticas, rellenos sanitarios y trampas de grasas.
- Reconformación de zanjas utilizadas para áreas de combustibles. Retirar todo material de impermeabilización (plástico).
- Se tomarán muestras de agua en el Río Sumache, para definir el estado final de la calidad del agua.
- Los materiales utilizados para construcción de los campamentos, como madera y afines, deben ser en lo posible reutilizados en los demás frentes de trabajo si esto aplica.
- Esparcimiento del suelo vegetal a fin de facilitar procesos de reforestación futura.
- Empezar el programa de reforestación.

6.13. PROGRAMA DE MONITOREO, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Un Plan de Monitoreo Ambiental constituye una herramienta destinada a verificar el cumplimiento del PMA.

6.13.1. GENERALIDADES

El programa de monitoreo, control y seguimiento permitirá por un lado asegurar el cumplimiento oportuno y adecuado del PMA 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 del PMA. Cada programa identificado en el PMA cuenta con un listado de indicadores que forman parte del programa de monitoreo.

6.13.2. OBJETIVOS, DURACIÓN E INDICADORES

6.13.2.1. OBJETIVOS

- Asegurar la correcta implantación del PMA durante el desarrollo de las actividades de un Proyecto Hidroeléctrico y sus líneas de transmisión.
- Determinar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación para los diferentes impactos ambientales.
- Determinar opciones de mejora y/o corrección de los procedimientos establecidos.

6.13.2.2. DURACIÓN

Debe ser realizado durante las actividades de construcción y de operación, por lo cual se determina que tendrían un tiempo estimado de 2 años para la construcción y 15 años de operación.

6.13.2.3. INDICADORES

- Calidad del cumplimiento del PMA.
- Reportes mensuales de monitoreo interno elaborados por los Supervisores Ambientales, durante la fase de construcción.
- Reportes anuales de auditorías internas, durante la fase de operación.

6.13.3. RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN

La ejecución de este Plan de monitoreo estará a cargo del Proyecto Hidroeléctrico, a través del Supervisor ambiental.

Durante las etapas de construcción y operación se debe conformar un grupo de Supervisores ambientales que, dependiendo del aspecto a monitorearse y fase del proyecto, deben incluir al menos dos biólogos y un ingeniero ambiental.

Además de este grupo de Gestión Ambiental para realizar el seguimiento del cumplimiento del PMA, incluyendo el Plan de Relaciones Comunitarias, se debe conformar un Comité de Gestión, que debe promover la participación social en las actividades del proyecto.

6.13.4. MECANISMOS

6.13.4.1. AUTOMONITOREO O MONITOREO INTERNO

Este debe estar a cargo del Proyecto Hidroeléctrico y permitirá verificar el cumplimiento y efectividad del PMA.

Durante la etapa constructiva se deben elaborar reportes mensuales a cargo de los Supervisores ambientales, basados en registros continuos, reportes de análisis de muestreo que permitan determinar el cumplimiento de límites máximos permisibles establecidos por el Banco Mundial.

6.13.4.2. AUDITORÍAS AMBIENTALES

Constituyen asimismo una herramienta que permiten evaluar el nivel de cumplimiento y efectividad de procedimientos establecidos en el PMA, permite verificar la conformidad con la normativa ambiental Nacional vigente y aplicable; así como el proponer medidas correctivas

y/o recomendaciones en caso de encontrar posibilidades de mejora de los procedimientos establecidos en el PMA, o bien para corregir desviaciones a la normativa ambiental.

6.13.4.2.1. AUDITORÍAS INTERNAS

Las Auditorías ambientales Internas deben ser efectuadas al menos anualmente durante la etapa operativa.

El informe final de la Auditoría será presentado al MARN.

6.13.4.2.2. AUDITORÍAS EXTERNAS

Serán efectuadas por el MARN a través de terceros calificados, cuando se estime conveniente o cuando el MARN lo solicite.

6.13.4.3. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Los Supervisores ambientales deben efectuar una vigilancia visual y tomará muestras de agua del Río para análisis de laboratorio, que potencialmente, puedan ser afectadas por disposición de materiales, descargas de agua o por efectos de la escorrentía.

El Supervisor ambiental debe realizar inspecciones de los sistemas de tratamiento de aguas negras y grises con el objeto de comprobar su adecuado manejo, llevará un registro de las inspecciones y observaciones.

Las descargas de aguas negras y grises deben ser monitoreadas semanalmente, durante la etapa constructiva y operativa (cuando sea aplicable) y cumplirán con los límites establecidos en la siguiente tabla.

Tabla 19. Límites máximos permisibles para la descarga de aguas negras y grises.

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Potencial hidrógeno	pH	----	5<pH<9
Temperatura	°C	----	< 35
Coliformes fecales	NMP/100ml	---	Remoción > al 99.9%*
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	250
Cloro activo	Cl	mg/l	0.5
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0.3
Tenso-activos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/	0,5

Fuente: Elaboración propia con base en BM, Julio 1998.

Con el objeto de monitorear la calidad del agua del Río Sumache, se procederá con la colección de muestras en cuatro puntos de monitoreo trimestralmente durante las etapas de construcción y operación.

Tabla 20. Parámetros de muestreo físico-químico para cuerpos hídricos superficiales.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible
Potencial de hidrógeno	pH	-	< 9 y > 6,5
Caudal	—	l/s	-
Temperatura	C	-	Cond. Nat.+ 3 Máx 20
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	> 80% y > 6 mg/l
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H ₂ S	mg/l	0,0002
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/l	N/E
Amoniaco	NH ₃	mg/l	0,02
Hierro	Fe	mg/l	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1
Aluminio	Al	mg/l	0,1
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Zinc	Zn	mg/l	0,18
Coliformes Fecales	—	nmp/100 ml	200

Fuente: Elaboración propia con base en BM, Julio 1998.

Los resultados del monitoreo del Río Sumache deben ser comparados con los límites máximos permisibles aquí establecidos.

Las muestras deben ser recolectadas en recipientes limpios sin uso anterior, apropiados para el análisis a realizar, y serán preservadas según los métodos analíticos establecidos.

Deben usarse guantes limpios durante el muestreo, y deben cambiarse entre cada evento de muestreo.

Las muestras tienen que estar etiquetadas con la fecha, hora, identificación de la muestra e iniciales de la persona que tomó la muestra, escritas con tinta indeleble. Posteriormente se colocarán las muestras en una caja térmica con hielo que mantenga a temperaturas alrededor de los 4 °C. Se debe tener cuidado de no exceder de los tiempos máximos entre la toma y el análisis de las muestras.

6.13.4.4. MONITOREO DEL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS

El Supervisor ambiental, debe efectuar una vigilancia permanente del manejo de desechos sólidos. Para el efecto realizará monitoreos mensuales y llevará un registro de las inspecciones y observaciones.

Las inspecciones del manejo de desechos se deben efectuar sin previo aviso, tanto *in situ* para actividades desarrolladas por el personal del Proyecto Hidroeléctrico y sus contratistas, así como *ex situ*, en cuyo caso se deben efectuar inspecciones durante el transporte de desechos, así como en los sitios de disposición final; permitiendo dar seguimiento a las actividades efectuadas por el contratista encargado de la gestión de residuos.

6.13.4.5. MONITOREO DE PRESIÓN SONORA

6.13.4.5.1. RUIDO INDUSTRIAL

Para mantener los niveles de ruido en el área de trabajo se tiene que efectuar un monitoreo constante de los niveles existentes y asegurar que se mantengan en los niveles permitidos. Todo el personal involucrado en el Proyecto Hidroeléctrico y expuesto a los niveles de ruidos que excedan los límites presentados en la siguiente tabla, debe estar provisto de protección auditiva. Se debe monitorear los niveles de ruido anualmente.

Tabla 21. Límites y tiempo de exposición para ruidos continuos.

Duración diaria (horas)	Nivel de ruido (dba)
32	75
16	80
8	85 *
4	90
2	95
Duración diaria (horas)	Nivel de ruido (dba)
1	100
0.5	105
0.25	110
0.125	115 **

Fuente: Reglamento para la Prevención y Control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruidos. RO: N° 560 del 12 de noviembre de 1990.

* No se permitirá ninguna exposición que sobrepase esta presión sonora sin equipo de protección auditiva.

** No se permitirá ninguna exposición que sobrepase esta presión sonora.

6.13.4.6. MONITOREO DEL COMPONENTE FLORA

6.13.4.6.1. MONITOREO DE ESPECIES DE INTERÉS

Se debe realizar el monitoreo en el área de influencia directa donde vaya a ejecutarse el proyecto, en especial a lo largo del Río Sumache. El monitoreo se debe efectuar en las distintas etapas del proyecto:

- Durante la etapa de construcción, con énfasis en el momento de desbroce y limpieza de la capa vegetal, así como en toda la etapa constructiva del proyecto, luego de la fase de constructiva, en el período de prueba a la operación del proyecto (tiempo indeterminado). Se realizarán al menos dos monitoreos por cada época del año.
- En la etapa de operación, se debe realizar un monitoreo dos veces al año, al menos por tres años en distintas épocas, seca y lluviosa, para así verificar la presencia y el estado de conservación de la misma, y comprobar el restablecimiento del ecosistema.

6.13.4.7. MONITOREO DE REFORESTACIÓN

Se deberá realizar un monitoreo de las especies sembradas, así como de su adhesión al suelo y éxito de la reforestación, esta actividad se debe realizar cada seis meses, hasta obtener un éxito sobre el 85% de la siembra, en caso de mortalidad de las plantas, éstas serán reemplazadas por nuevas, actividad que deberá ser supervisada por un botánico. En el caso de mortalidad de las especies o presentar números bajos, serán reemplazadas por nuevas hasta que el éxito de la reforestación sea el óptimo. La fertilización y coronación de las plantas sembradas se debe realizar tres veces por año como parte de la fase de monitoreo de la reforestación.

En la reforestación de la fase de abandono, el monitoreo se deben realizar el primer año mensualmente, a partir de este lapso de tiempo, y una vez que se consiga la cobertura sobre el 85%, se lo realizará cada cuatro meses por un año y a continuación cada seis meses por dos años.

6.13.4.8. MONITOREO DEL COMPONENTE FAUNA

Durante la etapa constructiva se deben efectuar al menos dos monitoreos sobre la fauna, tanto en la época de estiaje como lluviosa y durante la etapa operativa, los monitoreos se deben realizar cada seis meses al menos durante los tres primeros años.

El monitoreo de fauna se enfoca en ciertas especies que pueden considerarse claves, cuyas poblaciones serán directamente afectadas por las obras del proyecto.

Se efectuará el monitoreo de la calidad biológica del agua, lo cual permitirá determinar la abundancia y diversidad de los organismos acuáticos en el Río Sumache.

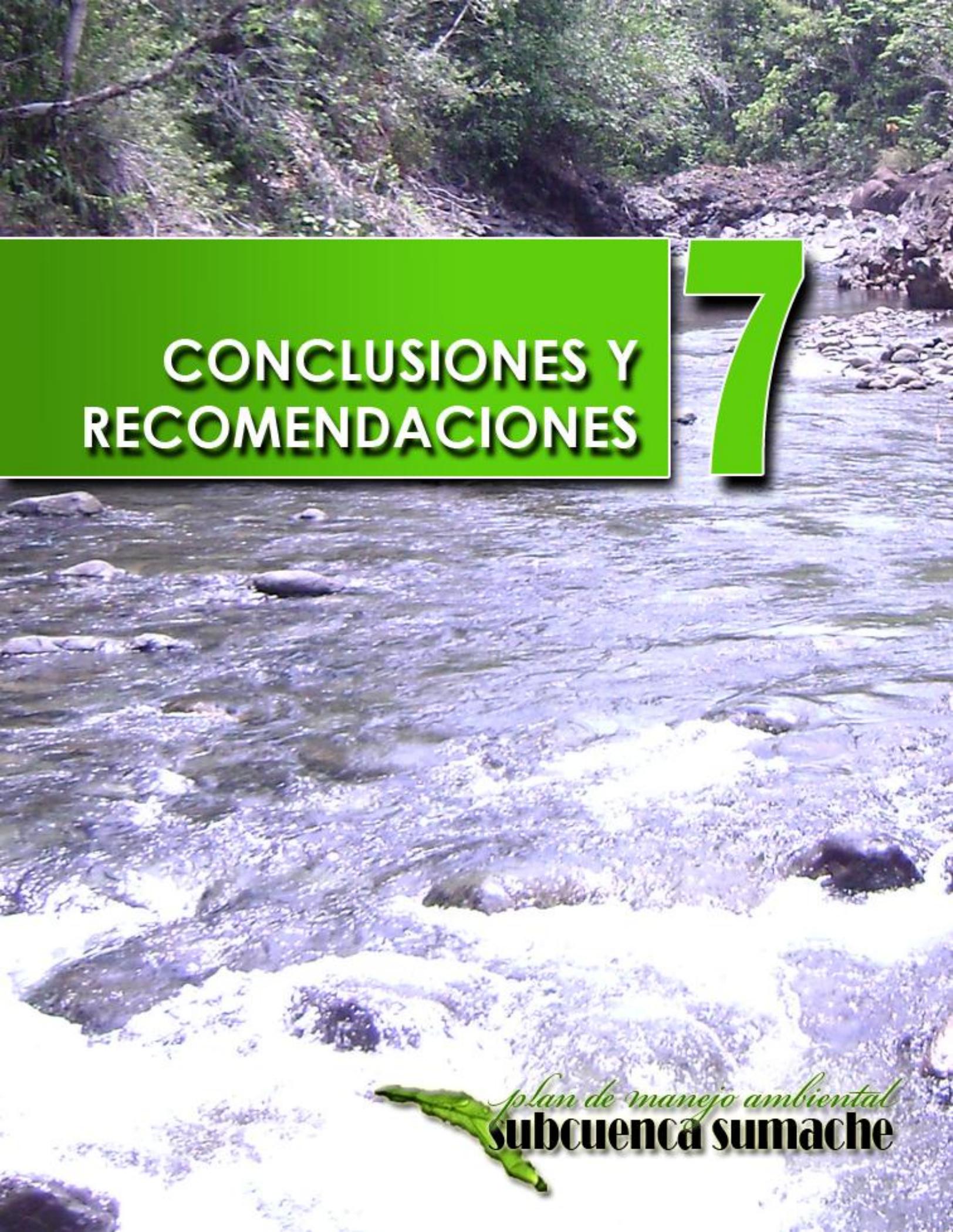
Para la fauna acuática se deben establecer los mismos sitios de muestreo establecidos para el monitoreo de la calidad del agua en el Río Sumache. Las estaciones deberán ser visitadas estableciendo una visita en época lluviosa y otra en época seca. Uno de los monitoreos debe coincidir con la fase de construcción y pruebas de la estructura de captación.

6.13.4.9. CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

Se debe efectuar una caracterización de suelos previo al inicio de la fase de construcción.

6.13.4.10. MONITOREO DE RELACIONES COMUNITARIAS

Se debe prever el éxito de la aplicación del marco lógico en cuanto a hacer un análisis sistémico de los elementos claves de un proyecto, además de permitir que el grupo poblacional participe de la ejecución.



**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

7

Plan de manejo ambiental
subcuenca sumache



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Este PMA tiene suma importancia, porque nos sensibiliza acerca de los impactos ambientales que diariamente sufre el planeta tierra, y que a pesar de que muchos de los proyectos son realizados para mejorar la calidad de vida del ser humano; estos no toman en cuenta el gran daño que hacen al medio ambiente como Recurso No Renovable y en vía de extinción, sabiendo que este hace parte de la misma calidad de vida del ser humano.
- Es recomendable y primordial tener una conciencia acerca del Medio Ambiente, para participar, evaluar e intervenir en todos los aspectos que afectan negativamente nuestros ecosistemas; adoptar sistemas de vigilancia y Planes de Manejo ambiental para el debido uso y cuidado de los Recursos Naturales y así evitar la pérdida y degradación de nuestro hábitat.
- Para las actividades constructivas en caso de requerir madera, se debe considerar la no utilización de ciertas especies de maderas finas provenientes de los bosques del Área de Protección Especial de la Sierra Santa Cruz.
- Prevenir impactos dentro en Zona Núcleo y Zona de Uso Forestal Sostenible del Área de Protección Especial de la Sierra Santa Cruz que está pendiente de ser delimitada, zonificada y definida su categoría de manejo, aún se encuentra dentro del SIGAP.

7.2. RECOMENDACIONES

- Hacer uso del PMA, pues este plantea alternativas y sugerencias para evitar, minimizar o atenuar los impactos potenciales que se presentan durante el desarrollo de un Proyecto Hidroeléctrico en la Subcuenca Sumache; partiendo del criterio de que siempre es mejor prevenir y minimizar la ocurrencia de impactos ambientales y sociales, que mitigarlos o corregirlos.
- Reducir al máximo los efectos sobre la comunidad y de ser posible, garantizar la participación de ésta en cada una de las fases de un Proyecto Hidroeléctrico y sobre todo hacer una apropiada divulgación local del proyecto; para mitigar los conflictos sociales, resultantes de la implementación de un proyecto de esta magnitud.
- La especie arbórea que no se debe utilizar, está PROHIBIDA Y NO RECOMENDADA PARA CONSTRUCCIONES es la caoba *Swietenia macrophlla*.
- Para llevar a cabo la construcción y operación de un Proyecto Hidroeléctrico, se debe hacer uso exclusivo de la Zona de Amortiguamiento y del área libre de protección. Se debe dejar libre o intacta la Zona Núcleo y Zona de Uso Forestal Sostenible.
- Cumplir con el sistema de monitoreo, evaluación y seguimiento ambiental con el fin de comprobar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación para los diferentes Impactos ambientales, determinando posibles fallas y opciones de mejora del manejo ambiental de un Proyecto Hidroeléctrico.
- Restaurar y reconfigurar las áreas intervenidas por las actividades de construcción de un Proyecto Hidroeléctrico.



**FUENTES DE
CONSULTA**

8

Plan de manejo ambiental
subcuenca sumache

8. FUENTES DE CONSULTA

8.1. DOCUMENTOS

- A.S. Kiremikjian, et al, 1977, en Mapeo de Riesgo Sísmico para Guatemala.
- Agency for International Development (AID), 1993. Environmental Impact Assessment, Curso, Guatemala.
- AINSTEIN B: WOLOFSKY, 1980. Ingeniería geológica del proyecto Chulac. Guatemala, s. e. p. 29.
- ASESORIA MANUEL BASTERRECHEA ASOCIADOS, S.A., 2000. Estudio sobre desastres Naturales y Zonas de Riesgo en Guatemala.
- ASHMORE, Wendy, 1981. SOME ISSUES OF METHOD AND THEORY IN LOWLAND MAYA SETTLEMENT PATTERNS. Ed. By Wendy Ashmore. University of New Mexico Press Albuquerque..
- AYDIN A. y NUR A., 1982. Evolution of Pull-apart Basins and their scale Independence. Tectonics, vol.1 No.1, p.91-105.
- Banco Centroamericano de Integración Económica, Manual de evaluación ambiental Julio 1998.
- BONIS, S. B., et al. 1970. Mapa geológico de la República de Guatemala. Guatemala Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:500,000.
- Campbell, J. & J. Vannini. 1989. Distribution of amphibians and reptiles in Guatemala and Belice. Western Foundation of Vertebrate Zoology. California.
- CDC. CECON. 1997. 50 Áreas de Interés Especial para la Conservación en Guatemala. Guatemala.
- Cerezo, A y Martínez, M. 2005. Informe final: evaluación de la avifauna del Cerro 1,019 (Sierra Santa Cruz). GT, FUNDAECO. 22 p.
- Comité Coordinador de Hidrología y Meteorología, sin fecha del año de edición, Boletín Hidrológico No.7.
- CONAMA-GEF-PNUD-Guatemala. 1999. Estrategia Nacional de Biodiversidad. Editorial Serviprensa. Guatemala.
- De la Cruz, J. R. 1982. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a Nivel de Reconocimiento. INAFOR. Guatemala.
- DENG GABRIEL. 1972. Review of caribbean serpentinites and their tectonic implications. The Geological Society of America, memoir 132: 303312.
- ERDLAC R. y ANDERSON T.H., 1982. The Chixoy-Polochic Fault and its associated fractures in western Guatemala. Geological Society of America Bulletin, V.93 p. 57-67.
- ESPINOZA, et al, 1976. Mapa modificado de Intensidad de Mercalli para Guatemala del evento principal.
- FUNDAECO (Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación). 2003. ECO2003 SSC R. Parcial 2.2.1 Con base al análisis registral y catastral del Cerro 1,019 se identifican y se proponen acuerdos con los propietarios(as) de tres fincas ubicadas en la zona núcleo para la conservación del área. Puerto Barrios, GT, FUNDAECO. p.12.
- FUNDARY (Fundación Mario Dary, GT). 1992. Estudio técnico del área de protección especial Sierra Santa Cruz.
- GONZALES VALLEJO LUIS ET AL, 2002. Ingeniería Geológica. Prentice Hall, Madrid.
- LAHEE, FREDERIC H. 1970. Geología práctica. 3 ed. Barcelona, Omega S. A. p. 285-299.
- LAPORTE, J. P. 1977. Informe de los trabajos efectuados por el Proyecto Arqueológico El Estor en el Sitio de Sechoc, Municipio de El Estor, Izabal.
- Leiva, J; Quinteros, C. 1999. Actualización del estudio técnico del área de Sierra Santa Cruz. Guatemala, Fundación Defensores de la Naturaleza. p.86.
- MONZON, HECTOR, 1984. Macro-zonificación Sísmica para la República de Guatemala.
- ROMERO JORGE, 1992. Análisis Micro-tectónico en las serpentinitas de la Sierra de Santa Cruz, al oeste de El Estor, por el método de Arthaud-Choukrone. VIII Congreso Geológico de América Central, Guatemala.

- ROMERO JORGE, 1992. Estudio Geológico y Estratigráfico de la Cuenca del Lago de Izabal (Parte Este). Sección de Geología, Dirección General de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas de Guatemala.
- ROMERO JORGE, 1992. Mapa Geológico de la cuenca del Lago de Izabal, escala 1:250,000. Sección de Geología, Dirección General de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas de Guatemala.
- ROMERO JORGE, 1997. Geología Estructural para Ingenieros. Técnicas y aplicaciones. Seminario para la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- SCHWARTZ, D. P., et. 1979 Quaternary faulting along the Caribbean-North American plate boundary. In C.a: Whitten, R Green and B.K. Meade (Editors) recent Crustal Movements, 1977. Tectonophysics, 52: 431-445.
- SHELL EXPLORATION B.V., 1991. Compilación del Mapa Geológico de Superficie, Hoja Puerto Barrios, Escala 1:250,000.
- SMITH, Ledyard. 1955. ARCHAEOLOGICAL RECONNAISSANCE IN CENTRAL GUATEMALA. Washington, Carnegie Institution of Washington, Publication 608.
- Smithe, G. & F. B. Smithe. 1969. Las aves de Tikal. Litografía Byron Zadik. Guatemala.
- Van den Brule. B. 1982. Los ofidios venenosos de Guatemala. Serie Documentos Ocasionales No. 2. CECON, USAC. Guatemala.
- VELASQUEZ Juan Luis. 1995. SECUENCIA DE OCUPACION EN LA CUENCA DEL LAGO IZABAL, RIO DULCE Y ESTE DEL RIO POLOCHIC. Tesis de Licenciatura. Escuela de Historia, USAC.
- VINSON, G. L. 1962. Upper cretaceous and tertiary stratigraphy of Guatemala. The Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, 44: 425-456.
- VOORHIES, Barbara. 1987. The Prehistory of San Felipe. En: The Periphery of the Southeastern Classic Maya Realm, ed. G. Pahl, UCLA Latin American Center Publications. University of California, Los Angeles.
- WALPER, JACK L. 1968. Geology of Cobán –Purulhá area, Alta Verapaz, Guatemala. The Bullentinn of the American Association of petroleum Geologists, 44: 1273-1315.
- WEIR M. y BRICEÑO N., 1988. Potencial Petrolero en la Cuenca del Lago de Izabal, Guatemala. AMOCO Guatemala Petroleum Company.
- WILLEY, Gordon. 1956. PROBLEMS CONCERNING PREHISTORIC SETTLEMEN PATTERN IN THE MAYA LOWLANDS. Prehistoric Settlements Patterns in the New World, Viking Foundation, New York.
- WILLIAMS, M. DEAM. 1975. Emplacement of sierra de Santa Cruz, Eastern Guatemala. Geologic Notes The American Asociation of petroleum Geologists, 1211-1216.

8.2. LEYES Y REGLAMENTOS

- Constitución Política de la República de Guatemala.
- Ley de Áreas Protegidas, decreto 4-89, año 1989. Con su Reglamento.
- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, decreto 68-86, año 1986.
- Ley Forestal decreto 70-89, año 1990. Con su Reglamento.
- Ley General de Electricidad, decreto 93-96, año 1996. Con su Reglamento.

8.3. ENTIDADES

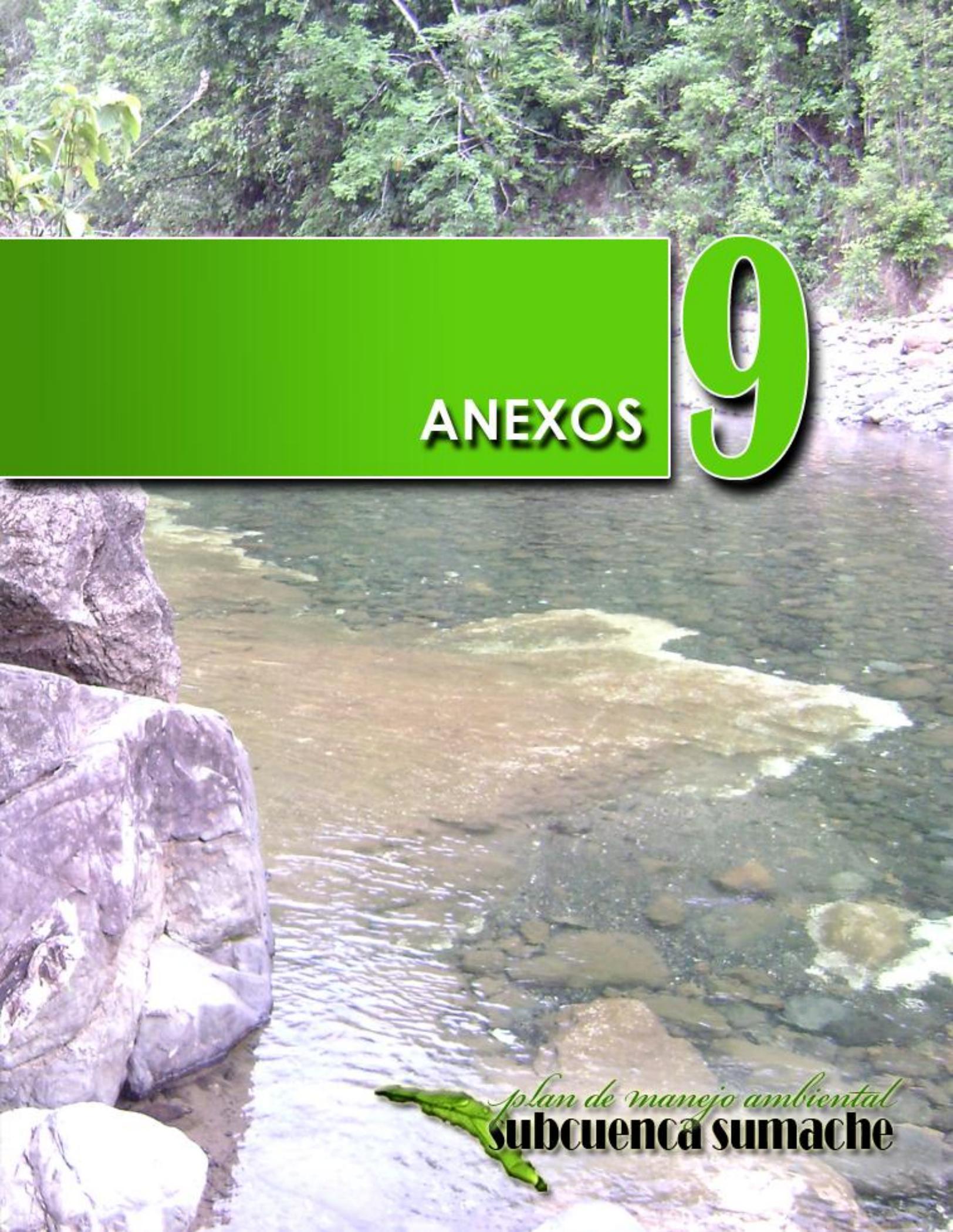
- | | | | | | | |
|-----------------------|------------|-------------------------------|------------|------------------------------------|---------|------------|
| ▪ AECI | ▪ CCDAG | ▪ CONAP | ▪ FUNDAECO | ▪ INDE | ▪ OMS | ▪ SEGEPLAN |
| ▪ ALIDES | ▪ CECON | ▪ CONRED | ▪ IAGC | ▪ INE | ▪ ONG | ▪ SICAP |
| ▪ APHA | ▪ CITES | ▪ DEMOPRE | ▪ ICAITI | ▪ INGUAT | ▪ ONU | ▪ SIGAP |
| ▪ API | ▪ COGUANOR | ▪ EPA | ▪ IDAEH | ▪ MAGA | ▪ OPIC | ▪ UICN |
| ▪ AWWA | ▪ CONALFA | ▪ FAO | ▪ IFC | ▪ MARN | ▪ PNUD | ▪ UNESCO |
| ▪ CCAD | ▪ CONAMA | ▪ FOGUAMA | ▪ INAB | ▪ MEM | ▪ PNUMA | ▪ WWF |
| ▪ Amigos de la tierra | | ▪ Defensores de la naturaleza | | ▪ Fondo mundial para la naturaleza | | |

8.4. TRATADOS

- Cumbre de la Tierra, específicamente la cumbre de Río, Agenda 21.
- Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible (ALIDES).
- Estrategias para el futuro de la vida: cuidar la tierra.

8.5. MAPEO

- CCDAG (Centro de Cartografía Digital y Análisis Geográfico de FUNDAECO). 2005a. Áreas bajo aprovechamiento forestal en Sierra Santa Cruz. GT. Esc. Varía. 1 p. Color.
- Google earth.
- IGN, 2010. Instituto Geográfico Nacional, Hojas cartográficas de la República de Guatemala, escala 1:50.000 denominadas; San Antonio Sejá 2363 II, Río Túnico 2362 I, Serranx 2363 III y El Estor 2362 IV.
- IGN, 2010. Instituto Geográfico Nacional, Ortofotos; 23621_02_ORT_RGB, 23621_03_ORT_RGB, 23621_07_ORT_RGB, 23621_08_ORT_RGB, 23621_09_ORT_RGB, 23621_12_ORT_RGB, 23621_13_ORT_RGB, 23632_22_ORT_RGB y 23632_23_ORT_RGB.
- IGN, 1978. Diccionario Geográfico de Guatemala.
- IGN, 1983. Diccionario Geográfico de Guatemala.
- INAB, 2000. Instituto Nacional de Bosques.
- INDE, Departamento de Planificación, 1982. Análisis Regional de Caudales Característicos para el Diseño Preliminar de los Proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.
- INSIVUMEH, 2003. Sismicidad superficial para profundidades menores a 30 Km. Mapa Esquemático Escala 1: 2,550,000.
- INSIVUMEH-MAGA, 2005, Atlas Hidrológico.
- MAGA. 2000. (UPIE-MAGA) Primera Aproximación a un Mapa de Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala a escala 1:250,000. Guatemala.
- MAGA. 2004. (UPIE-MAGA) Mapas de la Cuenca del Lago de Izabal - Río Dulce a escala 1:250,000. Guatemala.
- MAGA, 2002, Atlas Final.



ANEXOS

9

Plan de manejo ambiental
subcuenca sumache

ANEXO

ANÁLISIS MICRO-BACTERIOLÓGICO DEL RÍO SUMACHE.

 LABIND LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL	Resultado de Análisis Microbiológico	Pg. 1-4 Área: Microbiología
--	---	---------------------------------------

No. de Laboratorio **Identificación**

10485 **RIO SUMACHE (ALTURA 110 MTS.)**

Parámetro	Dimensionales	Resultado	C-NGO 29 001:99 1ra rev. ¹	Método de Referencia
Coliformes Totales	NMP/100 ml	2.1 X 10²	<3 NMP/100 ml	SMEWW ² -9221B
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	2.1 X 10²	<3 NMP/100 ml	SMEWW ² -9221E
<i>E. coli</i>	NMP/100 ml	2.1 X 10²	<3 NMP/100 ml	SMEWW ² -9221F
Cloro residual	mg/L	NE*	0.5 - 1.0	OTO ³
Método de muestreo***				SMEWW ² -9060

CHP = Conteo de Heterótrofos en placa

NMP/100 ml= Número Más Probable por cada 100 ml para el método de Tubos Múltiples de Fermentación.

¹COGUANOR NGO 29:001:99 1era. Revisión, abril 1999 para agua potable

²Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. 1998, American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF)

³OTO: o - Tolidina (método colorimétrico visual)

* ND: no detectable

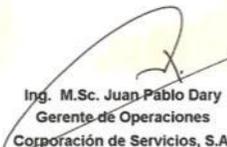
* NE: No Efectuado

***Aplica única y exclusivamente a las muestras captadas por personal de LABIND y/o personal capacitado por LABIND.

Resultados válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio. Los resultados de este informe no pueden ser reproducidos parcial o totalmente sin previa autorización del laboratorio.

Tiempo de almacenamiento de registros: 3 años


Jair Palma
 Analista


LABIND
 LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL
 15 CALLE "A" 14-40 ZONA 10
 TELS.: 2333-7347. 2333-7346
 Ing. M.Sc. Juan Pablo Dary
 Gerente de Operaciones
 Corporación de Servicios, S.A.
 Colegiado Activo No. 8352


Lic. Mariela Rendón de Sierra
 Gerente Técnico de Laboratorio

15 Calle "A" 14-40 Zona 10 Guatemala, C. A. Tels.: (502) 2333 7346 - 2333 7347 - 2363 0670 - 2363 4373
 www.labind.com • info@labind.com

 LABIND LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL	Resultado de Análisis Físicoquímico	Pg. 2-4
		Área: Química

No. de Laboratorio

Identificación

10485

RIO SUMACHE (ALTURA 110 MTS.)

Parámetro	Dimensionales	Resultado	LMA	LMP	Método de Referencia
pH	unidades de pH	7.65	7.0-7.5	6.5-8.5	SMEWW ¹ -4500H+B
Conductividad eléctrica	µSiemens/cm	127	-	<1500	SMEWW ¹ -2510 B
Salinidad	0/00	ND	-	-	SMEWW ¹ -2520 B
Temperatura	°C	No Determinado	15-25	34	SMEWW ¹ -2550 B
Apariencia	-	Limpia	-	-	SMEWW ¹ -2110
Color	unidades de color	ND	5	35	SQM ³ -Color
Turbidez	UNT	ND	5	15	SQM ³ -Turbidez
Cloro residual	mg/L	ND	0.5 - 1.0	0.5 - 1.0	MQM ² -14978
Hierro total	mg/L	0.079	0.1	1	SQM ³ -14761
Manganeso	mg/L	0.009	0.05	0.5	SQM ³ -14770
Nitritos	mg/L	0.008	-	1	SQM ³ -14776
Sulfatos	mg/L	15	100	250	SQM ³ -14791
Nitratos	mg/L	0.64	-	10	SQM ³ -14773
Fluoruros	mg/L	ND	-	1.7	SQM ³ -14598
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	74.69	100	500	SMEWW ¹ -2340C
Calcio	mg/L	3.52	75	150	SMEWW ¹ -3500Ca B
Magnesio	mg/L	17.36	50	100	SMEWW ¹ -3500-Mg B
Cloruros	mg/L	14.65	100	250	SMEWW ¹ -4500-CI B
Alcalinidad pH 8.3	mg CaCO ₃ /L	6.0	-	-	SMEWW ¹ -2320 B
Alcalinidad pH 4.0	mg CaCO ₃ /L	62	-	-	SMEWW ¹ -2320 B
Sólidos Disueltos Totales (TDS)	mg/L	50	500	1000	SMEWW ¹ -1030 E

ND=No Detectable

¹Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. 1998, American Public Health Association (APHA)

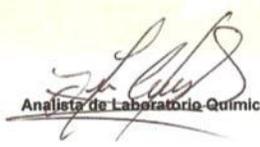
American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF). ² Microquant Merck. ³Spectroquant Merck

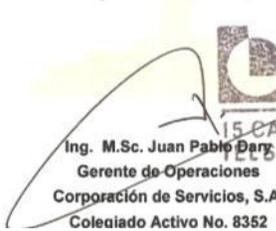
LMA=Límite Máximo Admisible LMP=Límite Máximo Permisible

Según Norma guatemalteca Obligatoria COGUANOR NGO 29:001:99 1era. Revisión, abril 1999 para agua potable

mg/L= miligramos por litro = ppm = partes por millón UNT=Unidades nefelométricas de turbiedad. 0/00 partes por mil

Resultados son válidos para el estado de la muestra recibida en el laboratorio. Los resultados de este informe no pueden ser reproducidos parcial o totalmente sin previa autorización del laboratorio. El tiempo almacenamiento de registro: 3 años. Tiempo de almacenamiento de muestra: 20 días desde fecha de ingreso.


Analista de Laboratorio Químico


Ing. M.Sc. Juan Pablo Dary
Gerente de Operaciones
Corporación de Servicios, S.A.
Colegiado Activo No. 8352


Lda. Mariela Rondón de Sierra
Gerente Técnico de Laboratorio

15 Calle "A" 14-40 Zona 10 Guatemala, C. A. Tels.: (502) 2333 7346 - 2333 7347 - 2363 0670 - 2363 4373
www.labind.com • info@labind.com

 LABIND LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL	Resultado de Análisis Microbiológico	Pg. 3-4
		Área: Microbiología

No. de Laboratorio

10486

Identificación

PUENTE SUMACHE (ALTURA 20 MTS.)

Parámetro	Dimensionales	Resultado	C-NGO 29 001:99 1ra rev. ¹	Método de Referencia
Coliformes Totales	NMP/100 ml	20	<3 NMP/100 ml	SMEWW ² -9221B
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	20	<3 NMP/100 ml	SMEWW ² -9221E
<i>E. coli</i>	NMP/100 ml	20	<3 NMP/100 ml	SMEWW ² -9221F
Cloro residual	mg/L	NE*	0.5 - 1.0	OTO ³
Método de muestreo***				SMEWW ² -9060

CHP = Conteo de Heterótrofos en placa

NMP/100 ml= Número Más Probable por cada 100 ml para el método de Tubos Múltiples de Fermentación.

¹COGUANOR NGO 29:001:99 1era. Revisión, abril 1999 para agua potable

²Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. 1998, American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF)

³OTO: o - Tolidina (método colorimétrico visual)

* ND: no detectable

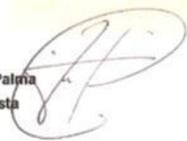
* NE: No Efectuado

***Aplica única y exclusivamente a las muestras captadas por personal de LABIND y/o personal capacitado por LABIND.

Resultados válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio. Los resultados de este informe no pueden ser reproducidos parcial o totalmente sin previa autorización del laboratorio.

Tiempo de almacenamiento de registros: 3 años

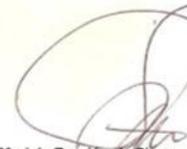
Jair Palma
Analista



Ing. M.Sc. Juan Pablo Dary
Gerente de Operaciones
Corporación de Servicios, S.A.
Colegiado Activo No. 8352


LABIND
 LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL
 15 CALLE "A" 14-40 ZONA 10
 TELS.: 2333-7347. 2333-7346

Lic. Mariela Rendón de Sierra
Gerente Técnico de Laboratorio



15 Calle "A" 14-40 Zona 10 Guatemala, C. A. Tels.: (502) 2333 7346 - 2333 7347 - 2363 0670 - 2363 4373
 www.labind.com • info@labind.com

 LABIND LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL	Resultado de Análisis Físicoquímico	Pg. 4-4 Área: Química
--	--	---------------------------------

No. de Laboratorio

Identificación

10486

PUENTE SUMACHE (ALTURA 20 MTS.)

Parámetro	Dimensionales	Resultado	LMA	LMP	Método de Referencia
pH	unidades de pH	7.87	7.0-7.5	6.5-8.5	SMEWW ¹ -4500H+B
Conductividad eléctrica	µSiemens/cm	182	-	<1500	SMEWW ¹ -2510 B
Salinidad	0/00	ND	-	-	SMEWW ¹ -2520 B
Temperatura	°C	No Determinado	15-25	34	SMEWW ¹ -2550 B
Apariencia	-	Limpia	-	-	SMEWW ¹ -2110
Color	unidades de color	0.1	5	35	SQM ³ -Color
Turbidez	UNT	ND	5	15	SQM ³ -Turbidez
Cloro residual	mg/L	ND	0.5 - 1.0	0.5 - 1.0	MQM ² -14978
Hierro total	mg/L	0.073	0.1	1	SQM ³ -14761
Manganeso	mg/L	0.015	0.05	0.5	SQM ³ -14770
Nitritos	mg/L	0.011	-	1	SQM ³ -14776
Sulfatos	mg/L	31	100	250	SQM ³ -14791
Nitratos	mg/L	0.74	-	10	SQM ³ -14773
Fluoruros	mg/L	ND	-	1.7	SQM ³ -14598
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	109.85	100	500	SMEWW ¹ -2340C
Calcio	mg/L	8.8	75	150	SMEWW ¹ -3500Ca B
Magnesio	mg/L	24.65	50	100	SMEWW ¹ -3500-Mg B
Cloruros	mg/L	14.64	100	250	SMEWW ¹ -4500-CI B
Alcalinidad pH 8.3	mg CaCO ₃ /L	10.0	-	-	SMEWW ¹ -2320 B
Alcalinidad pH 4.0	mg CaCO ₃ /L	88	-	-	SMEWW ¹ -2320 B
Sólidos Disueltos Totales (TDS)	mg/L	80	500	1000	SMEWW ¹ -1030 E

ND=No Detectable

¹Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. 1998, American Public Health Association (APHA)

American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF). ² Microquant Merck. ³Spectroquant Merck

LMA=Límite Máximo Admisible LMP=Límite Máximo Permisible

Según Norma guatemalteca Obligatoria COGUANOR NGO 29:001:99 1era. Revisión, abril 1999 para agua potable

mg/L= miligramos por litro = ppm = partes por millón UNT=Unidades nefelométricas de turbiedad. 0/00 partes por mil

Resultados son válidos para el estado de la muestra recibida en el laboratorio. Los resultados de este informe no pueden ser reproducidos parcial o totalmente sin previa autorización del laboratorio. El tiempo almacenamiento de registro: 3 años. Tiempo de almacenamiento de muestra: 20 días desde fecha de ingreso.

[Signature]
Analista de Laboratorio Químico

LABIND
LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL
15 CALLE "A" 14-40 ZONA 10
TEL.: 2333-7347. 2333-7048
Ing. M.Sc. Juan Pablo Dary
Gerente de Operaciones
Corporación de Servicios, S.A.
Colegiado Activo No. 8352

[Signature]
Licda. Mariela Rendón de Sierra
Gerente Técnico de Laboratorio

15 Calle "A" 14-40 Zona 10 Guatemala, C.A. Tels.: (502) 2333 7346 - 2333 7347 - 2363 0670 - 2363 4373
www.labind.com • info@labind.com

IMPRIMASE



plan de manejo ambiental
subcuenca sumache