



# 8. IDENTIFICACION, EVALUACIÓN Y VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES





#### **CONTENIDO**

8	. IDEN	ΓΙFICACION, EVALUACIÓN Y VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES	1
	8.1	IDENTIFICACION DE POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES	1
	8.1.1	Definición de etapas, obras y actividades del proyecto PH Santiago	1
	8.1.2 obra	Selección de factores ambientales susceptibles de ser impactados por las s y actividades del PH Santiago	6
	8.1.3	B Estructuración de la Matriz de Interacciones e identificación de impactos	8
	8.2 AMBIE	VALORACIÓN Y CALIFICACION Y CATEGORIZACION DE IMPACTOS NTALES	16
	8.2.	Metodología de valoración y calificación de impactos ambientales	. 16
	8.2.2	2 Categorización de impactos ambientales	22
	8.3	DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	. 24
	8.3.	Impactos en la Etapa de Construcción	24
	8.3.2	2 Impactos en la Etapa de Operación	81
	8.3.3	3 Impactos en la Etapa de Retiro	129
	8.4	CONCENTRADO DE IMPACTOS POTENCIALES	143





### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 8- 1: Obras en la etapa de construcción2
Tabla 8- 2: Actividades en la etapa de construcción3
Tabla 8- 3: Obras en la etapa de operación4
Tabla 8- 4: Actividades en la etapa de operación4
Tabla 8- 5: Obras en la etapa de retiro5
Tabla 8- 6: Actividades en la etapa de retiro5
Tabla 8- 7: Factores ambientales susceptibles de ser impactados por las obras y actividades del PH Santiago
Tabla 8- 8: Resumen de Interacciones
Tabla 8- 9: Identificación de impactos. Etapa de construcción
Tabla 8- 10: Identificación de impactos. Etapa de operación
Tabla 8- 11: Identificación de impactos. Etapa de retiro
Tabla 8- 12: Rangos de Presencia17
Tabla 8- 13: Rangos de Desarrollo17
Tabla 8- 14: Rangos de Duración17
Tabla 8- 15: Rangos de Magnitud relativa18
Tabla 8- 16: Rango de importancia del efecto según valor de Ce
Tabla 8- 17: Representación cromática según el rango de Ce
Tabla 8- 18: Tabla de Ce por rangos20
Tabla 8- 19: Categorización de impactos según el rango de importancia del efecto 22
Tabla 8- 20: Resultados de la evaluación de los impactos potenciales en la etapa de      Construcción
Tabla 8- 21: Resultados de la evaluación de los impactos potenciales correspondientes a la         etapa de operación
Tabla 8- 22: Resultados de la evaluación de los impactos potenciales correspondientes a la etapa de retiro
Tabla 8- 23: Clasificación de los impactos potenciales por etapa





### ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 8- 1: Interacciones	. 10
Gráfico 8- 2: Interacciones negativas. Construcción	. 11
Gráfico 8- 3: Interacciones positivas. Construcción	. 11
Gráfico 8- 4: Interacciones negativas. Operación	. 11
Gráfico 8- 5: Interacciones positivas. Operación	. 12
Gráfico 8- 6: Interacciones negativas. Retiro	. 12
Gráfico 8-7: Interacciones positivas. Retiro	. 13
Gráfico 8- 8: Impactos Positivos y Negativos totales	. 20
Gráfico 8- 9: Impactos por Etapa	. 21
Gráfico 8- 10: Tipología de impactos por etapa	. 21
Gráfico 8- 11: Categorización de impactos por etapa	. 23





#### 8. IDENTIFICACION, EVALUACIÓN Y VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

Considerando los resultados de línea base ambiental, de las características del proyecto y de las obras a ser ejecutadas en el Proyecto Hidroeléctrico Santiago (PHS), a continuación se evalúan los potenciales impactos ambientales sobre los factores físicos, bióticos, sociales y culturales, a fin de estimar la magnitud e importancia de cada uno de ellos y, definir las medidas para su control, prevención y mitigación.

Se consideran en el análisis los potenciales impactos positivos, negativos, regionales, temporales, permanentes, directos o indirectos, para cada una de las etapas del PHS: construcción, operación y retiro.

Cabe señalar que este análisis parte de la información obtenida de los resultados de la etapa de prefactibilidad (EIAP PHRZS 2013), procediéndose a profundizar en su análisis con la información cuantitativa y de diseño específica para el aprovechamiento PHS.

Las siguientes etapas de análisis se cubren en este capítulo:

- Identificación de potenciales impactos ambientales
- Valoración, calificación y categorización de impactos ambientales
- Descripción y caracterización de impactos ambientales

#### 8.1 IDENTIFICACION DE POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES

Fase que tiene por objeto identificar los potenciales efectos del desarrollo de las actividades del proyecto sobre los componentes del ambiente natural, social y cultural, y se basa en tres elementos de análisis:

- 1. Definición de etapas, obras y actividades del proyecto hidroeléctrico PH Santiago.
- Selección de factores ambientales susceptibles de ser impactados por las obras y actividades del PH Santiago.
- 3. Estructuración de la Matriz de Interacciones e identificación de impactos ambientales por etapa del PH Santiago.

#### 8.1.1 Definición de etapas, obras y actividades del proyecto PH Santiago

La información detallada en el Capítulo 6 del EIAD, Descripción del proyecto, permite obtener el conocimiento necesario sobre el detalle de las diferentes etapas, obras y actividades contempladas en su ejecución.

Tres etapas cubren el ciclo de vida del proyecto PH Santiago:

#### • Etapa de construcción

Referida a la etapa en que se dan lugar todos los trabajos físicos que requiere la obra hidroeléctrica así como las obras conexas necesarias para su ejecución. Estas son:





Obras temporales o infraestructura de apoyo: incluyen todas aquellas obras, facilidades y equipamientos provisionales básicos que son necesarios para la ejecución de la obra civil y que tienen el carácter de servicio temporal.

Obras permanentes: son aquellas obras e instalaciones que forman parte de la infraestructura civil que serán emplazadas de manera permanente para la operación del PHS.

En las Tablas Tabla 8- 1 y Tabla 8- 2 se esquematizan las obras y actividades contempladas para el proyecto durante la etapa constructiva:

Tabla 8- 1: Obras en la etapa de construcción

Tabla 6- 1. Obras erria etapa de construcción		
INFRAESTRUCTURA DE APOYO		
Vías de acceso para construcción		
Vías de acceso para operación		
Campamento temporal y anexas (oficinas técnicas y		
administrativas)		
Centro médico		
Bodegas		
Talleres de obra		
Planta de tratamiento de aguas residuales		
Sistema hidrosanitario		
Relleno sanitario		
Subestaciones eléctricas de servicio		
Línea de alimentación eléctrica 69kV		
Subestación de servicio de combustible (gasolinera)		
Fuentes de materiales (minas y canteras)		
Escombreras		
Planta de asfalto		
Plantas de agregados (trituradora) y hormigón (concretos)		
Retiro y abandono de obras temporales (desmantelamiento)		
Restauración y rehabilitación de áreas afectadas por instalaciones		
temporales (acondicionamiento y rehabilitación)		
OBRAS DE DESVÍO		
Ataguías		
Portales		
Túneles de desvío		
Lumbrera de obturadores/estructura de control Estructura de control y alcantarilla A3 y A4 y A6		
OBRAS DE CONTENCIÓN		
Cortina de HCR		
Galerías		
Pantalla impermeable		
PLANTA HIDROELÉCTRICA		
Dispositivo de entrada a la Obra de Toma y Estructura de Control		
A5 y A6		
Estructura de control  Conducción tubería de presión		
Casa de máquinas		
Tubo de aspiración		
Pozo de oscilación y/o cámara de oscilación A3 y A4 y A5		
Desfogue		





Zona de transformadores A3 y A5		
Obra de excedencias		
Dispositivo de entrada a la estructura de control A5		
Estructura de control		
Canales de descarga		
Cubeta deflectora		
Canal de encauzamiento		
Obras especiales: muro de gravedad A3		

Tabla 8- 2: Actividades en la etapa de construcción

ACTIVIDADES ETAPA DE CONSTRUCCIÓN		
Liberación de terrenos		
Contratación de mano de obra		
Desbroce y limpieza		
Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo		
Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación		
Precorte en la ladera		
Despalme y corte en laderas y formación de plataformas		
Excavaciones subterráneas		
Uso y manejo de explosivos		
Enrocamiento		
Colocación y formación de plataforma de apoyo con material 3D		
aluvión		
Suministro y colocación de material fino		
Barrenación en roca		
Impermeabilización del núcleo		
Inyección de impermeabilización		
Bombeo en exceso		
Pantalla		
Suministro, habilitación, y colocación de acero de refuerzo		
Suministro, fabricación, transporte y montaje de marcos metálicos		
Hormigonados		
Hormigón lanzado		
Suministro y colocación de juntas		
Limpieza a mano y sopleteado del desplante		
Protección asfáltica  Transporto de material excedentes		
Transporte de material excedentes  Tratamientos geotécnicos en excavaciones exteriores y		
subterráneas		
Generación y disposición de residuos sólidos comunes		
(domésticos)		
Generación y disposición de residuos sólidos especiales y		
peligrosos		
, ,		
Generación y disposición de residuos líquidos comunes		
Generación y disposición de residuos líquidos especiales y		
peligrosos		
Revestimiento y pavimentación		
Disposición de material excedente de excavaciones		
Recuperación de espacios naturales y paisaje		





#### • Etapa de operación

La operación del proyecto hidroeléctrico consiste básicamente en el servicio que la central de generación eléctrica prestará durante su vida útil, de acuerdo a los objetivos planteados en la concepción de su propuesta.

Incluye además el mantenimiento de las facilidades del PH Santiago y que comprende todas aquellas actividades que se realizan de manera periódica o rutinaria en la infraestructura, equipamiento e instalaciones del complejo hidroeléctrico, tendientes a mantener la óptima operación del mismo.

En las Tablas Tabla 8- 3 y Tabla 8- 4 se esquematizan las obras y actividades contempladas para el proyecto durante la etapa de operación:

Tabla 8-3: Obras en la etapa de operación

INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO		
Vías de acceso internas		
Campamento permanente y anexas (oficinas técnicas y		
administrativas)		
Centro médico		
Bodegas		
Taller		
Sistema hidrosanitario		
Relleno sanitario		
Áreas verdes		
OBRAS DE CONTENCIÓN		
Cortina, galerías y pantalla		
PLANTA HIDROELÉCTRICA		
Obra de Toma y Estructura de Control		
Estructura de control		
Tubería de presión		
Casa de máquinas		
Tubo de aspiración		
Pozo de oscilación y/o cámara de oscilación		
Desfogue		
Zona de transformadores		
S/E		
Obra de excedencias		
Dispositivo de entrada a la estructura de control		
Estructura de control		
Canales de descarga		
Cubeta deflectora		
Canal de encauzamiento		
Obras especiales: muro de gravedad		

Tabla 8- 4: Actividades en la etapa de operación

ACTIVIDADES ETAPA DE OPERACION		
Llenado y formación embalse		
Almacenamiento de agua		
Limpiezas y mantenimiento: estructuras, obras civiles, etc.		
Operación y mantenimiento de campamento y anexas		
Operación y mantenimiento de equipos electromecánicos		





e instalaciones

Generación de residuos domésticos, sólidos y líquidos

Generación de residuos peligrosos y especiales, sólidos y líquidos

Transporte de personal e insumos

Contratación de personal y servicios

#### Etapa de retiro

Esta etapa se presenta cuando el proyecto culmina su vida útil o no cumple con los fines para los cuales fue construido y debe ser retirado de operación; contempla todos los trabajos a ser realizados para que los lugares en donde se ubicaron las instalaciones del PH Santiago, puedan recuperar una condición similar a la inicial previa a la intervención.

En las Tablas Tabla 8- 5 yTabla 8- 6 se esquematizan las obras y actividades contempladas para el proyecto durante la etapa de retiro:

Tabla 8- 5: Obras en la etapa de retiro

OBRAS ETAPA DE RETIRO		
Desmontaje y desmantelamiento de equipo electromecánico		
Desmantelamiento áreas administrativas y campamentos y anexas		
Derrocamiento, demolición y remoción de estructuras		
Acondicionamiento y rehabilitación de áreas ocupadas por obras permanentes		

Tabla 8- 6: Actividades en la etapa de retiro

ACTIVIDADES ETAPA DE RETIRO		
Cese de producción hidroenergética		
Contratación de mano de obra		
Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo		
Demolición de estructuras, generación y disposición		
de residuos especiales o peligrosos		
Generación y disposición de residuos comunes,		
sólidos y líquidos		
Generación y disposición de residuos especiales y		
peligrosos		
Cierre técnico de fosas, piscinas y canales		
Recuperación de espacios naturales y paisaje		

Se procede a construir la *Matriz de Obras y Actividades*, la misma que permite sistematizar la información, agrupando actividades comunes para las diferentes obras del proyecto, lo cual conlleva a no duplicar las evaluaciones a las actividades de la obra.

REF: Apéndice 6. Matrices de impactos ambientales. Matriz de Obras y Actividades





## 8.1.2 Selección de factores ambientales susceptibles de ser impactados por las obras y actividades del PH Santiago

La Tabla 8-7, presenta los diferentes elementos ambientales que son considerados en el proceso de evaluación de los potenciales impactos dentro del PH Santiago. Estos factores ambientales son seleccionados de acuerdo a la naturaleza del proyecto y al levantamiento de información de línea base ambiental.

Tabla 8- 7: Factores ambientales susceptibles de ser impactados por las obras y actividades del PH Santiago

FACTORE	S AMBIENTALES	DESCRIPCION
COMPONENTE SUBCOMPONENTE		DESCRIPCION
	Microclima	Influencia en variables micro climáticas
	Calidad del aire	Presencia en el aire de sustancias que alteran su calidad (emisiones gaseosas contaminantes y material particulado) sobre los límites permisibles en la normativa nacional
Atmósfera	Ruido	Incidencia de ruidos sobre los límites permisibles en la normativa nacional y relacionados con las actividades del proyecto
	Olores	Incidencia de olores indeseables relacionados con las actividades del proyecto
	Campos electromagnéticos	Aparición de radiaciones no ionizantes
	Calidad de suelo	Alteración y/o degradación de la calidad física y/o química del suelo debido a las actividades del proyecto
Suelos	Pérdida de suelo	Arrastre o remoción de las capas superficiales del suelo y pérdida de la capacidad agroproductiva del recurso. Pérdida del recurso por cubrimiento en la inundación.
	Geoformas	Alteración, destrucción y/o afectación de geoformas naturales Afectación a la dinámica de geoformas
Geomorfología	Procesos erosivos	Activación de procesos erosivos, arrastre de suelos y aporte de sedimentos
	Estabilidad de taludes y laderas	Activación de fenómenos geodinámicos (movimientos en masa: deslizamientos, derrumbes y/o asentamientos)
	Calidad de aguas superficiales Nivel freático de aguas subterráneas	Alteración de la calidad -físico, química y/o bacteriológica- de aguas superficiales  Alteración de niveles de aguas subterráneas
Agua	Patrones naturales de escurrimiento	Interrupción, taponamientos y/o desvíos de cauces naturales e intercepción del flujo normal de las aguas
	Régimen de caudales	Reducción de los aportes normales del caudal hidrológico
	Uso del recurso	Cambios en los usos del agua
Medio perceptual	Vistas, paisaje y atractivos naturales	Alteración del paisaje natural por el emplazamiento de elementos artificiales en el medio rural y/o natural
	Vegetación natural	Tala de bosques y/o alteración de la cobertura vegetal del bosque natural
Flora silvestre	Especies en peligro, amenazadas o endémicas	Afectación a especies vegetales escasas y/o únicas
	Mastofauna	Afectación a la mastofauna (mamíferos) existente en la zona del proyecto. Especies en peligro amenazadas o endémicas
	Herpetofauna	Afectación a la herpetofauna (anfibios y reptiles) existente en la zona del proyecto. Especies en peligro amenazadas o endémicas
Fauna silvestre	Entomofauna	Afectación a la entomofauna (insectos) existente en la zona del proyecto. Especies en peligro amenazadas o endémicas
	Avifauna	Afectación a la avifauna (aves) existente en la zona del proyecto. Especies en peligro amenazadas o endémicas
	Fauna acuática	Afectación a la ictiofauna (peces). Especies en peligro amenazadas o endémicas





FACTORE	S AMBIENTALES	
COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	DESCRIPCION
	Plancton	Afectación al componente planctónico: fitoplancton, zooplancton, perifiton
	Macroinvertebrados	Afectación a organismos bentónicos
	Ecosistemas naturales terrestres	Pérdida y/o afectación a los procesos ecológicos en los ecosistemas naturales terrestres: relaciones tróficas de fauna terrestre, Pérdida o reducción de bienes y/o servicios ambientales: control, regulación y flujos, madera,
Ecosistemas naturales	Ecosistemas naturales acuáticos	Pérdida y/o afectación a los procesos ecológicos en los ecosistemas acuáticos: cambio de régimen de río a embalse, imposibilidad de migración de peces, relaciones tróficas, eutrofización  Pérdida o reducción de bienes y servicios ambientales  Crecimiento de material vegetal indeseable (macrófitas) y formación de focos de vectores portadores de enfermedades (insectos, animales)  Afectación a usos del recurso hídrico por parte de las comunidades locales (pesca, navegación, etc.)
	Uso del suelo	Conversión del uso del suelo
	Propiedad	Afectación a la propiedad privada o comunitaria: terrenos, viviendas y/o mejoras (cercas, cerramientos, etc.)
	Áreas agropecuarias productivas	Intervención y/o alteración de superficies con pastos y/o cultivos
Uso del territorio	Áreas urbanas o asentamientos poblacionales	Conflictos de uso del suelo con áreas pobladas y/o de expansión urbana
	Minas y canteras	Intercepción del proyecto con áreas de concesión minera metálica y/o no metálica
	Áreas de caza y pesca y/o zonas de recreación	Intervención y/o pérdida de áreas donde se realizan estas actividades
	Lugares turísticos	Afectación a sitios turísticos
Sociocultural	Vida cotidiana	Cambio en actividades recreativas, deportiva; nuevas formas de consumo globalizado: telefonía, internet, vestuario, brotes de violencia como robos, asaltos, etc. y modificaciones en las prácticas y significaciones en torno al uso de los recursos. Cambios en el uso del tiempo libre y formas de relacionamiento comunal y de parentesco
Demografía	Población	Procesos emigratorios e inmigratorios, tasas de crecimiento demográfico
	Empleo	Generación de empleos directos e indirectos
Economía	Economía regional y/o nacional	PIB provincial, ingresos por venta electricidad
	Actividades económicas	Afectación a agricultura, ganadería, pesca y minería artesanal
	Economía local	Aumento al ingreso, aumento poder adquisitivo
	Salud y riesgo sanitario	Incremento del riesgo de enfermedades
Salud y seguridad	Seguridad laboral	Riesgos a los que están expuestos los empleados y trabajadores del proyecto (accidentes laborales) en la ejecución de sus trabajos
	Seguridad a terceros	Riesgo hacia la integridad física de la población local debido a la presencia de las obras y actividades del proyecto
Infraestructura, equipamiento y	Obras de infraestructura pública y de servicios básicos	Incremento en la demanda de servicios (agua, luz, salud, educación), afectación a infraestructura (vías de comunicación, entre otras)
servicios	Equipamiento de infraestructura y servicios	Aumento en la dotación de equipamiento de infraestructura y servicios





FACTORES AMBIENTALES		DESCRIPCION	
COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	DESCRIPCION	
Aspectos culturales	Arqueología	Alteración y/o destrucción de contextos arqueológicos existentes en la zona	

Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

#### 8.1.3 Estructuración de la Matriz de Interacciones e identificación de impactos

Para la identificación de los impactos del proyecto, se procede a la elaboración de la *Matriz de Interacciones* (en base a la Matriz de Leopold). Esta es una matriz de doble entrada en la cual se consideran todas las actividades (columnas) identificadas en las tres etapas del ciclo de vida del PH Santiago (construcción, operación y retiro) y los factores ambientales (filas) que pueden ser afectados por ellas y definidos en la Tabla 8-7.

En esta matriz se coloca un número uno (1) con su respectivo signo positivo (+) si es una interacción positiva y el signo menos (–) si es una interacción negativa, en la cuadrícula correspondiente a la intersección entre la columna (actividad) y fila (factor ambiental).

Las matrices en referencia permiten identificar la relación causa-efecto, y por ende, la identificación del impacto según se presenta en el siguiente ejemplo.

MATRIZ DE INTERACCIONES: RELACION CAUSA - EFECTO ACCION GENERADORA **IMPACTO ACTIVIDAD** Movimiento de tierras ACCION **GENERADORA: IMPACTO:** FACTOR Pérdida de Suelo Remoción de **AMBIENTAL** suelos capas superficiales

REF: Apéndice 6. Matrices de impactos ambientales. Matriz de Interacciones

#### 8.1.3.1 Resultados sobre la Matriz de Interacciones

De los resultados obtenidos en la Matriz de Interacciones se concluye lo siguiente:

Las interacciones identificadas se definen en construcción: 311, en operación y mantenimiento: 112 y en retiro y abandono: 91.





De las 311 interacciones en la fase de construcción, 298 son negativas y 13 son positivas, siendo las actividades Desbroce y limpieza con 22 interacciones y Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación y la actividad Disposición de material excedente de excavaciones con 20 interacciones son las que más subfactores ambientales afectan.

En la fase de operación se tiene 108 negativas y 4 positivas siendo las actividades Llenado y formación del embalse con 25 interacciones y la actividad almacenamiento de agua con 27 las que más subcomponentes ambientales afecta.

Para la fase de retiro 63 negativas y 28 positivas siendo la Recuperación de espacios naturales y paisaje con 19 interacciones la que más subcomponentes ambientales relaciona.

En total se cuantifican 514 interacciones, con 469 negativas y 45 positivas.

En cuanto a los factores ambientales, el componente físico en la fase de construcción tiene 141 interacciones de las cuales 131 son negativas y 10 son positivas, siendo los subcomponentes Calidad de aire (22), Ruido (26) los más afectados con interacciones solamente negativas.

En la fase de operación, se tiene un total de 51 interacciones, siendo 49 interacciones negativas y 2 positivas y los subcomponentes Calidad de aguas superficiales, Calidad de suelo, y Ruido con 5 interacciones cada una las de mayor afectación.

En la fase de retiro, se tiene 42 interacciones de las cuales 19 son positivas y 23 negativas siendo el subcomponente ruido con 5 interacciones el que más interacciones tiene.

La actividad con mayor cantidad de interacciones positivas es la Recuperación de espacios naturales y paisaje es con 11 interacciones.

Para el componente biótico, en la fase de construcción se tiene 101 interacciones, todas son negativas, siendo los subcomponentes Mastofauna y Herpetofauna con 27 y 21 interacciones respectivamente, los más afectados con interacciones negativas.

En la fase de operación, se tiene un total de 42 interacciones, todas negativas y los subcomponentes Mastofauna y Herpetofauna con 7 interacciones son los de mayor afectación.

En la fase de retiro, se tiene 36 interacciones de las cuales 9 son positivas y 27 negativas siendo los subcomponentes de mastofauna y herpetofauna con 6 interacciones a los que más actividades les afectan.

La actividad con mayor cantidad de interacciones positivas es la Recuperación de espacios naturales y paisaje es con 6 interacciones.

Para el componente socioeconómico y cultural en la fase de construcción se tiene 69 interacciones de las cuales 66 son negativas y 3 positivas, siendo el subcomponente Seguridad laboral con 25 interacciones el más afectado con interacciones negativas.

En la fase de operación, se tiene un total de 19 interacciones, con 2 interacciones positivas y 17 negativas siendo los subcomponentes Seguridad laboral con 7 interacciones y seguridad a terceros con 4 interacciones los de mayor afectación.





En la fase de retiro, se tiene 13 interacciones todas negativas siendo los subcomponentes de Seguridad laboral y Seguridad a terceros con 6 y 5 interacciones respectivamente a los que más actividades les afectan.

Tabla 8-8: Resumen de Interacciones

	ETAPA	COMPONENTE	INTERACCIONES NEGATIVAS	INTERACCIONES POSITIVAS	INTERACCIONES TOTALES	
		Físico	131	10		
	Construcción	Biótico	101	0		
	Construction	Socioeconómico y cultural	66	3		
	Su	btotal	298	13		
		Físico	49	2		
PHS	Operación	Biótico	42	0		
	Орегасіоп	Socioeconómico y cultural	17	2	514	
	Su	btotal	108	4		
		Físico	23	19		
	Retiro	Biótico	27	9		
		Socioeconómico y cultural	13	0		
	Subtotal		63	60		
	TOTALES		469	45		

Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

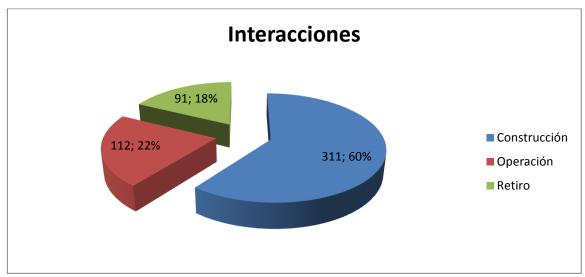


Gráfico 8-1: Interacciones





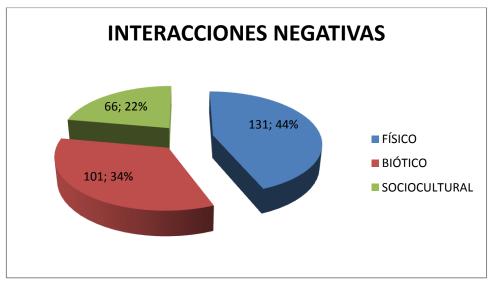


Gráfico 8- 2: Interacciones negativas. Construcción Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

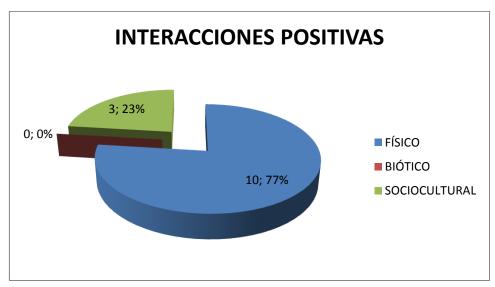


Gráfico 8- 3: Interacciones positivas. Construcción Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

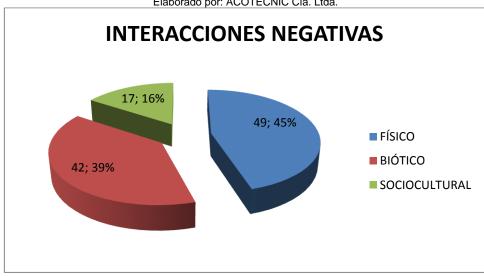


Gráfico 8- 4: Interacciones negativas. Operación Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.





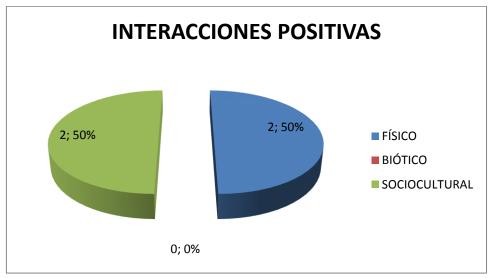


Gráfico 8- 5: Interacciones positivas. Operación Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

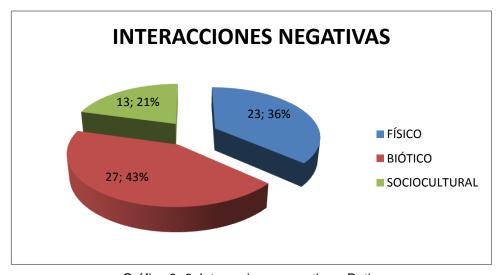


Gráfico 8- 6: Interacciones negativas. Retiro Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.





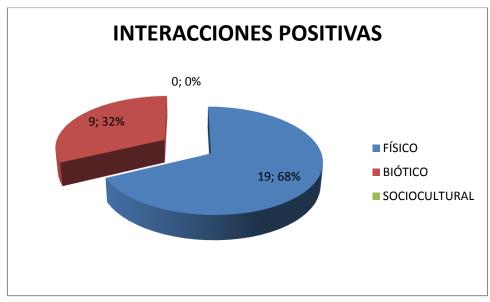


Gráfico 8- 7: Interacciones positivas. Retiro Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

#### 8.1.3.2 Resultados de Identificación de Impactos

A partir del análisis realizado en la Matriz de Interacciones, se procede a estructurar los Cuadros de Identificación de Potenciales Impactos que se generan en las tres etapas que contempla la vida útil del PH Santiago. Estos resultados se presentan en las Tablas Tabla 8-9, Tabla 8-10 Tabla 8-11

#### Impactos en la etapa de construcción

Tabla 8- 9: Identificación de impactos. Etapa de construcción

Componentes	Cod.	Impactos potenciales
	C1	Disminución de la calidad del aire; por presencia de emisiones
		gaseosas contaminantes y material particulado.
Atmósfera	C2	Incidencia en los niveles de ruido ambiental y laboral
	C3	Molestias y afecciones por presencia de olores indeseables
	C4	Aparición de radiaciones no ionizantes
Suelo	C5	Pérdida de suelos
Suelo	C6	Contaminación de suelos
	C7	Alteración y/o destrucción de geoformas naturales
Coomorfología	C8	Activación de procesos erosivos
Geomorfología	C9	Activación de fenómenos geodinámicos (movimientos en masa
		(deslizamientos), derrumbes
	C10	Afección a la calidad de las aguas superficiales
	C11	Alteración de cursos de agua
Agua superficial	C12	Alteración del niveles freáticos
	C13	Aumento del caudal en cursos superficiales
	C14	Cambio de uso del recurso agua
	C15	Pérdida de calidad visual y paisaje
Paisaje natural	C16	Afectación de unidades y subunidades de paisaje
	C17	Afectación a recursos escénicos





Componentes	Cod.	Impactos potenciales
Flora silvestre	C18	Pérdida de vegetación natural y bosques nativos
Flora silvestre	C19	Pérdida de individuos de especies vegetales endémicas
Fauna silvestre terrestre:	C20	Pérdida de hábitats naturales de fauna silvestre: mastofauna,
mastofauna,		herpetofauna, avifauna, entomofauna
herpetofauna, avifauna, entomofauna	C21	Perturbación de hábitats naturales de fauna silvestre
Ictiofauna y componente	C22	Afectación a peces
planctónico	C23	Afectación a plancton y perifiton
Macroinvertebrados	C24	Pérdida y perturbación de hábitats de macroinvertebrados bentónicos
Ecosistemas naturales	C25	Afectación a funciones ecológicas de los ecosistemas naturales terrestres
terrestres	C26	Reducción de servicios ambientales de regulación de gases (secuestro de carbono)
Ecosistemas naturales acuáticos	C27	Afectación a procesos ecológicos en ecosistemas acuáticos
	C28	Cambios en el uso del suelo
	C29	Afectación a la propiedad
Uso del territorio	C30	Pérdida de áreas agropecuarias productivas
	C31	Reasentamiento de la población
	C32	Afectación a áreas de concesión minera
Vida cotidiana	C33	Alteración a la seguridad ciudadana en la zona del proyecto
Población	C34	Crecimiento desordenado de poblacional
	C35	Disminución del desempleo
	C36	Eliminación de fuentes de empleo
Economía	C37	Disminución de fuentes de ingresos económicos por
		actividades agropecuarias y extractivas (minería)
	C38	Dinamización de la economía local
	C39	Incremento de enfermedades
Salud y seguridad	C40	Accidentes laborales hacia los trabajadores y personal del proyecto
	C41	Accidentabilidad a la población local por presencia del proyecto
	C42	Conflictos por demanda de infraestructura vial
Servicios e	C43	Conflictos por demanda de equipamiento y servicios básicos
Infraestructura	C44	Incremento y mejoramiento de infraestructura pública y servicios básicos
Arqueología	C45	Alteración y/o destrucción de contextos arqueológicos
		1

Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

#### Impactos en la etapa de operación

Tabla 8- 10: Identificación de impactos. Etapa de operación

Componentes	No.	Impactos potenciales	
	01	Influencia en el microclima por emisiones de efecto invernadero	
Atmósfera		Disminución de la calidad del aire por presencia de emisiones gaseosas contaminantes y material particulado	
	О3	Incidencia en los niveles de ruido ambiental y laboral	





Componentes	No.	Impactos potenciales
	04	Molestias y afecciones por emisiones de H2S y presencia de
		olores indeseables.
	O5	Aparición de radiaciones no ionizantes
	O6	Toneladas evitadas de CO2 por año
Suelo	07	Pérdida de suelos
Sucio	O8	Contaminación de suelos
	09	Alteración y/o destrucción de geoformas naturales
Geomorfología	O10	Activación de fenómenos geodinámicos (movimientos en
		masa: deslizamientos) y derrumbes
	011	Afección a la calidad de las aguas superficiales
	012	Cambio de uso del recurso agua
Agua superficial	013	Alteración de cursos de agua
rigua oupomoia.	014	Atenuación de crecidas y estiajes
	O15	Cambio del régimen de flujo
	O16	Interrupción de flujo aguas abajo de la presa
	017	Pérdida de calidad visual y paisaje
Paisaje natural	O18	Afectación a unidades y subunidades de paisaje
i diodjo riatarai	O19	Pérdida y afectación de recursos escénicos
	O20	Creación de una unidad de paisaje y recurso escénico
Flora silvestre	O21	Pérdida de vegetación natural y bosques nativos
1 lota silvestre	O22	Pérdida de individuos de especies endémicas de flora silvestre
Fauna silvestre terrestre:	O23	Pérdida de hábitats naturales para la fauna silvestre terrestre:
		mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna
mastofauna, herpetofauna, entomofauna, avifauna	O24	Perturbación de hábitats naturales para la fauna silvestre
entomorauna, aviiauna		terrestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna
Ictiofauna	O25	Afectaciones a peces
ictioladria	O26	Afectación a plancton y perifiton
Macroinvertebrados	O27	Pérdida y perturbación de hábitats de macroinvertebrados
Macronivertebrados		bentónicos
	O28	Pérdida y afectación a funciones ecológicas de los
Ecosistemas naturales		ecosistemas terrestres
terrestres	O29	Reducción de servicios ambientales de regulación de gases
1011001100		(secuestro de carbono)
	O30	Pérdida de bienes: productos forestales maderables
	O31	Afectación a los procesos ecológicos de migración ictiológica
		en el río Santiago
Ecosistemas naturales	O32	Cambio del sistema lótico a léntico en los ríos
acuáticos	O33	Aparición de vegetación acuática indeseable (macrófitas) en el
acuaticos		embalse y creación de vectores de enfermedades
	<u> </u>	
	O34	Afectación bienes ambientales: productos de la pesca
Uso del territorio	O34 O35	Afectación bienes ambientales: productos de la pesca  Cambios en el uso del suelo
		-
Uso del territorio Población	O35	Cambios en el uso del suelo
Uso del territorio	O35 O36	Cambios en el uso del suelo Afectación a la dieta alimentaria de comunidades locales
Uso del territorio Población	O35 O36 O37	Cambios en el uso del suelo  Afectación a la dieta alimentaria de comunidades locales  Dinamización de la economía nacional
Uso del territorio Población	O35 O36 O37 O38	Cambios en el uso del suelo  Afectación a la dieta alimentaria de comunidades locales  Dinamización de la economía nacional  Incremento de la inversión pública en las áreas del proyecto
Uso del territorio Población	O35 O36 O37 O38 O39	Cambios en el uso del suelo  Afectación a la dieta alimentaria de comunidades locales  Dinamización de la economía nacional  Incremento de la inversión pública en las áreas del proyecto  Aparecimiento de enfermedades
Uso del territorio Población Economía	O35 O36 O37 O38 O39	Cambios en el uso del suelo  Afectación a la dieta alimentaria de comunidades locales  Dinamización de la economía nacional  Incremento de la inversión pública en las áreas del proyecto  Aparecimiento de enfermedades  Accidentes laborales hacia trabajadores y personal de la
Uso del territorio Población Economía	O35 O36 O37 O38 O39 O40	Cambios en el uso del suelo  Afectación a la dieta alimentaria de comunidades locales  Dinamización de la economía nacional  Incremento de la inversión pública en las áreas del proyecto  Aparecimiento de enfermedades  Accidentes laborales hacia trabajadores y personal de la central
Uso del territorio Población Economía	O35 O36 O37 O38 O39 O40	Cambios en el uso del suelo  Afectación a la dieta alimentaria de comunidades locales  Dinamización de la economía nacional  Incremento de la inversión pública en las áreas del proyecto  Aparecimiento de enfermedades  Accidentes laborales hacia trabajadores y personal de la central  Accidentabilidad a la población local por la presencia del

Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.





#### Impactos en la etapa de retiro

Tabla 8- 11: Identificación de impactos. Etapa de retiro

Componentes	No.	Impactos potenciales
	R1	Disminución de la calidad del aire por presencia de emisiones
Atmósfera		gaseosas contaminantes y material particulado.
	R2	Incidencia en los niveles de ruido ambiental y laboral
Cuele	R3	Contaminación de suelos
Suelo	R4	Rehabilitación y recuperación de suelos
A	R5	Afección a la calidad de las aguas superficiales
Agua superficiales y subterráneas	R6	Estabilización del Nivel Freático
Paisaje natural	R7	Pérdida de calidad visual
Flora silvestre	R8	Recuperación de vegetación natural
Fauna silvestre terrestre: mastofauna,	R9	Perturbación de hábitats de fauna silvestre terrestre
herpetofauna, avifauna, entomofauna		
Macroinvertebrados	R10	Pérdida y perturbación de hábitats de macroinvertebrados bentónicos
	R11	Restauración de hábitats de macroinvertebrados bentónicos
Faceria	R12	Incremento del déficit de la balanza comercial
Economía	R13	Afectación de la economía local
Calud v as avviidad	R14	Accidentes laborales
Salud y seguridad	R15	Accidentabilidad hacia la población local

Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

# 8.2 VALORACIÓN Y CALIFICACION Y CATEGORIZACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

#### 8.2.1 Metodología de valoración y calificación de impactos ambientales

Para valorar y calificar los impactos ambientales, se utiliza la metodología de *Calificación Ecológica (Ce)*. Este método cuantitativo permite descomponer el efecto en sus factores característicos independientemente de su mitigabilidad, a saber: clase, presencia, duración, desarrollo y magnitud.

#### **Criterios**

A continuación se definen estos criterios y se proponen los rangos o límites que definen su calificación.

Clase (CI): define el sentido del cambio producido por una acción del proyecto sobre el ambiente. La Clase puede ser benéfica (+) o adversa (-), dependiendo de si mejora o degrada el ambiente existente.





**Presencia (Pr):** como todos los efectos no tienen una certeza absoluta de que se presenten, la presencia califica la probabilidad de que el efecto pueda darse. Este parámetro se califica entre 0,1 y 1,0; dentro de los siguientes rangos:

Tabla 8- 12: Rangos de Presencia

Cierto:	1,0
Muy probable:	0,7-0,9
Probable:	0,3-0,7
Poco probable:	0,1-0,3

Fuente: AINSA 1989 Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

**Desarrollo (De):** califica el tiempo que el efecto tarda en desarrollarse completamente, es decir califica la forma como evoluciona el efecto, desde que se inicia y se manifiesta hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias. El desarrollo (De) se califica entre 0,1 dentro de los siguientes cinco rangos:

Tabla 8- 13: Rangos de Desarrollo

Muy rápido (< - 1mes):	0,8-1,0
Rápido (1mes – 6 meses):	0,6-0,8
Medio (6 meses – 12 meses):	0,4-0,6
Lento (12 meses – 24 meses):	0,2-0,4
Muy Lento (24 meses - >):	0,1-0,2

Fuente: AINSA 1989 Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

**Duración (Du):** califica el período y existencia del efecto y todas sus consecuencias (incluyendo la etapa de desarrollo), independientemente de toda acción de mitigación. La calificación varía entre 1,0 y 10 dentro de los siguientes rangos:

Tabla 8- 14: Rangos de Duración

Permanente (> 10 años):	10
Larga (7 años - 10 años):	7-10
Media (4 años - 7 años):	4-7
Corta (1 año - 4 años):	1-4
Muy corto (< - 1 año):	1

Fuente: AINSA 1989 Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.





**Magnitud Relativa (Mr):** califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido sobre un determinado recurso o elemento del ambiente. La magnitud relativa (Mr) se expresa en porcentaje entre los siguientes rangos:

Tabla 8- 15: Rangos de Magnitud relativa

Muy alta:	80-100%
Alta:	60-80%
Media:	40-60%
Baja:	20-40%
Muy Baja:	0-20%

Fuente: AINSA 1989 Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Para el caso del PHS, a efectos de valorar la Magnitud Relativa se identifican indicadores del impacto que permiten establecer una relación cuantitativa con referencia al Área de estudio 1. En otros casos, al tratarse de impactos con extensión regional o nacional, se establecen indicadores que relacionan índices o tasas, especialmente si son del componente social o económico.

#### Calificación Ecológica (Ce)

La calificación ecológica corresponde a la expresión numérica de la interacción o acción conjugada de los criterios o factores que caracterizan el efecto ambiental.

La expresión para la valoración de la calificación ecológica tiene la siguiente forma:

$$Ce = \Pr\left[a\left(De * \frac{Mr}{10}\right) + b(Du)\right]$$

Donde,

Ce = Calificación ecológica, expresada entre 1 y 10

Pr= Presencia

De= Desarrollo

Mr = Magnitud Relativo

Du= Duración

a, b = Factores de ponderación

(a=0,7; b=0,3)





De acuerdo a la calificación obtenida para cada efecto, en la evaluación del grupo interdisciplinario de trabajo, los Consultores definen el rango de importancia del efecto así:

Tabla 8- 16: Rango de importancia del efecto según valor de Ce

Calificación Ecológica Ce	Importancia del Efecto
1-3	Muy Baja
3-5	Baja
5-8	Media
8-10	Alta

Fuente: AINSA 1989 Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

#### **Procedimiento**

Para efectos del proceso de calificación y valoración de impactos, se asignan los diversos valores de los criterios que utiliza la metodología de *Calificación Ecológica (Ce)* a los impactos identificados en las diversas etapas del PH Santiago, se genera la *Matriz de Valoración* en la que se realiza la calificación de cada impacto para los parámetros de Clase, Presencia, Desarrollo, Duración y Magnitud Relativa.

REF: Apéndice 6. Matrices de impactos ambientales. Matrices de calificación y valoración de impactos ambientales

En base a esta matriz, se aplica la expresión numérica indicada en la metodología, lo que permite obtener los valores de Ce y por ende la *Matriz de Calificación Ecológica (CE)* Importancia del efecto para las 3 etapas del proyecto.

En la matriz resultante, las celdas son representadas por colores que se asignan de acuerdo a la importancia del efecto y con el siguiente detalle:

Tabla 8-17: Representación cromática según el rango de Ce

Calificación Ecológica	Importancia del Efecto	Representación cromática
0-3	Muy Baja	
3-5	Baja	
5-8	Media	
8-10	Alta	

Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

REF: Apéndice 6. Matriz de impactos ambientales. Matriz de Calificación Ecológica (Ce)

De esta matriz de calificación Ecológica se obtienen los resultados que se indican en la Tabla 8- 18 donde se han incluido el resumen de los valores resultantes por etapas (Construcción, Operación y Retiro) y por rangos de Calificación ecológica.





De este análisis se desprenden los siguientes datos: El total de los impactos ambientales identificados es102; de los cuales 89 son negativos y 13 son positivos. En la etapa de construcción se han identificado 45 impactos de los cuales 42 son negativos y 3 son positivos, En la etapa de operación se identificaron 42 impactos de los cuales 36 son negativos y 6 son positivos. En la etapa de retiro se han identificado 15 impactos de estos 11 son negativos y 4 son positivos. Para todos estos impactos identificados se han desarrollado fichas que son presentadas en este capítulo.

Tabla 8- 18: Tabla de Ce por rangos

		RANGOS						ТОТ	ALE	S	
CLASE	POS	NEG	POS	NEG	POS	NEG	POS	NEG	TOTAL	Tot	Tot
ETAPAS	0-3	0-3	3-5	3-5	5-8	5-8	8-10	8-10	IOIAL	pos	neg
CONSTRUCCIÓN	1	20	1	14	0	6	1	2	45	3	42
OPERACIÓN	0	4	3	20	1	9	2	3	42	6	36
RETIRO	1	8	3	2	0	0	0	1	15	4	11
SUTOTALES	2	32	7	36	1	15	3	6	102	13	89
TOTAL		•	•	•	•	102	•			•	

Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

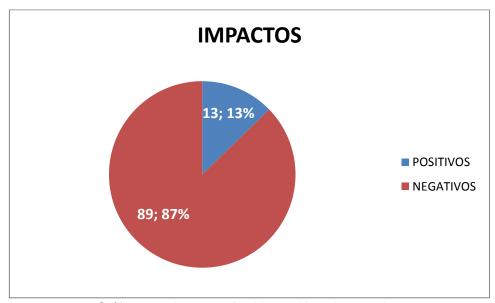


Gráfico 8- 8: Impactos Positivos y Negativos totales.
Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.





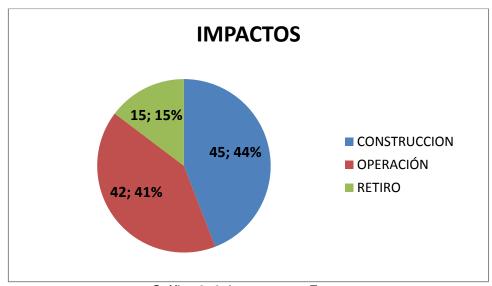


Gráfico 8- 9: Impactos por Etapa. Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.





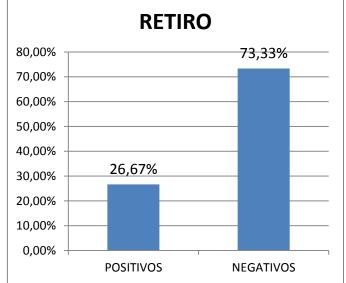


Gráfico 8- 10: Tipología de impactos por etapa. Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.





#### 8.2.2 Categorización de impactos ambientales

A fin de categorizar y jerarquizar los impactos ambientales identificados en los numerales anteriores, se los clasifica en Significativos y No Significativos.

De acuerdo a la calificación obtenida para cada efecto, la clasificación se define de acuerdo al rango de importancia del efecto. Así:

Tabla 8- 19: Categorización de impactos según el rango de importancia del efecto

Calificación Ecológica Ce	Importancia del efecto	Categorización Impacto
0-3	Muy Baja	NO SIGNIFICATIVO
3-5	Baja	NO SIGNIFICATIVO
5-8	Media	SIGNIFICATIVO
8-10	Alta	SIGNIFICATIVO

Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

**Significativo:** son aquellos impactos cuyo valor del Ce es mayor o igual a 5 y corresponden a las afecciones de elevada incidencia sobre el factor ambiental, difícil de corregir, de amplia extensión, con afección irreversible y de duración permanente.

**No Significativos:** corresponden a todos aquellos impactos de carácter negativo, con valor del Ce menor a 5. Pertenecen a esta categoría las afecciones susceptibles de corrección y por ende compensados durante la ejecución del Plan de Manejo Ambiental, son reversibles, de duración temporal y con influencia puntual.

#### Análisis de resultados; categorización y jerarquización de impactos ambientales

Se han identificado 102 impactos cuya categorización y jerarquización es la siguiente: Los impactos Significativos Positivos son 4, en la fase de Construcción 1 y en la fase de Operación 3. Los impactos No significativos Positivos son 9, de los cuales 2 han sido identificados en la etapa de construcción, 3 en la etapa de operación y 4 en la etapa de retiro.

Se han identificado 21 impactos Significativos Negativos, 8 en la fase de construcción, 12 en la fase de Operación y mantenimiento y 1 en la fase de Retiro y abandono. Los impactos No significativos Negativos que se han identificado son 68, de estos 34 son de a etapa de construcción, 24 en la etapa de operación y 10 en la fase de retiro. El detalle de las calificaciones se encuentra la descripción d cada ficha y su tabulación en el Apéndice 6. Matrices de Impactos Ambientales; Matriz Cali Impactos.







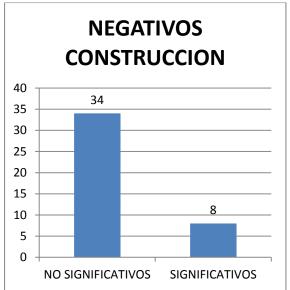










Gráfico 8- 11: Categorización de impactos por etapa. Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.





#### 8.3 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación se procede a realizar la descripción de los impactos ambientales identificados en las etapas del PH Santiago. Estos son caracterizados en las *Fichas de Descripción de Impactos*, para las etapas de: construcción, operación y retiro. Estos impactos agrupan los impactos que generan varias actividades, lo que permite una visión global del impacto ambiental sobre el ambiente.

#### 8.3.1 Impactos en la Etapa de Construcción

#### Impactos sobre el componente físico

#### Impactos sobre la atmósfera

Impacto Cod. C1	Disminución de la calidad del aire; por presencia de emisiones gaseosas contaminantes y material particulado.
Acción generadora	<ul> <li>Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo</li> <li>Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación</li> <li>Precorte en la ladera</li> <li>Despalme y corte en laderas y formación de plataformas</li> <li>Excavaciones subterráneas</li> <li>Uso y manejo de explosivos</li> <li>Enrocamiento</li> <li>Colocación y formación de plataforma de apoyo con material 3D aluvión</li> <li>Suministro y colocación de material fino</li> <li>Barrenación en roca</li> <li>Impermeabilización del núcleo</li> <li>Hormigonados</li> <li>Hormigón lanzado</li> <li>Limpieza a mano y sopleteado del desplante</li> <li>Protección asfáltica</li> <li>Transporte de material excedentes</li> <li>Tratamientos geotécnicos en excavaciones exteriores y subterráneas</li> <li>Generación y disposición de residuos sólidos comunes (domésticos)</li> <li>Generación y disposición de residuos sólidos especiales y peligrosos</li> <li>Revestimiento y pavimentación</li> <li>Disposición de material excedente de excavaciones</li> </ul>
Indicador	Concentración en ug/m³ (PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> ) en función de la superficie (ha)
Subfactor	Calidad del aire
Descripción	Sunday del ano

El impacto se refiere a la alteración de la calidad del aire debido a la generación de emisiones  $NOx y SO_2 y$  material particulado, por efecto de las acciones generadoras detalladas en la parte superior.

Para evaluar el impacto se ha procedido a establecer el cálculo de emisión de contaminantes y definir la magnitud relativa acorde a los niveles de inmisión, aspecto que se detalla en el Apéndice 7.2.1 Modelamiento Emisiones, cuyos resultados se registran en la tabla siguiente, en la que se ha procedido a sistematizar las actividades para efectos del cálculo.





ACTIVIDAD	CONTAMINANTE (kg/día)						
ACTIVIDAD	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>X</sub>			
Desbroce y Nivelación	35,19	93,84					
Cortes, Nivelaciones y Rellenos	35,19	93,85					
Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos	97,75	260,67	242,75	3394,15			
Uso y Manejo de Explosivos	35,19	93,85					
Generación y disposición de residuos municipales	9,18	24,49	22,80	344,04			
Generación y disposición de residuos peligrosos	9,18	24,49	22,80	344,04			
Generación y disposición de residuos industriales	9,18	24,49	22,80	344,04			
Disposición de material de excavación	27,77	74,05					
Revestimiento y pavimentación	14,63	39,00	36,32	547,98			
Operación de equipos (Operación)	3,80	10,12	51,32	11,24			
Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaboración: ACOTECNIC Cía. Ltda.							

Para evaluar la magnitud del impacto se procede a establecer los niveles de inmisión que se registran en la tabla siguiente.

ACTIVIDAD	MAGNITUD PARCIAL	TIPO <sup>(2)</sup>		FACTOR TIEMPO	FACTOR RIESGO	MAGNITUD FINAL
Desbroce y Nivelación	30	AREA	0,66	1	1	20
Cortes, Nivelaciones y Rellenos	30	AREA	0,66	2 <sup>(3)</sup>	1	40
Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos	60	LINEAL/AR EA	0,66	1	1	40
Uso y Manejo de Explosivos	30	PUNTUAL	1	1	1	30
Generación y disposición de residuos municipales	20	AREA	1	1	1	20
Generación y disposición de residuos peligrosos	20	AREA	1	1	1	20
Generación y disposición de residuos industriales	20	AREA	1	1	1	20
Disposición de material de excavación	30	AREA	0,66	1,5 <sup>(3)</sup>	1	30
Revestimiento y pavimentación	20	LINEAL	1	1	3 <sup>(1)</sup>	60
Operación de equipos (Operación)	20	PUNTUAL / LINEAL	1	1	2	40

Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaboración: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Para determinar la Magnitud se utilizan los siguientes criterios de evaluación.

CARÁCTER	ESCALA DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO
Si el impacto supera una concentración de 100μg/m³ para PM <sub>10</sub> , 50 μg/m³ para PM <sub>2,5</sub> , 125 μg/m³ para el SO <sub>2</sub> y se encuentre en el rango de 200 μg/m³ (límite de calidad del aire) a 1000 μg/m³ (nivel de alarma) en el período de concentración de 1 hora para el NO <sub>2</sub> y el, valores establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 4.	71 - 100%	Alto
Si el impacto supera una concentración de $50\mu g/m^3$ para $PM_{10}$ , $25 \mu g/m^3$ para $PM_{2.5}$ , y $50 \mu g/m^3$ para el $SO_2$ , valores establecidos por la Guía de calidad del Aire OMS 2005 (IT2). Así también, para el $NO_2$ valores similares a los inferiores a límites establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 4 (De $200 \mu g/m^3$ período de concentración de 1 hora).	31 - 70%	Medio





Si el impacto se encuentra en una concentración inferior a 50μg/m³ para PM <sub>10</sub> , 25 μg/m³ para PM <sub>2,5</sub> , y en el rango de 20 a 50 μg/m³ para el SO <sub>2</sub> (Valores establecidos por la Guía de calidad del Aire OMS 2005).  Así también, para el NO <sub>2</sub> que no superen los valores límites establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 4. (De 200 μg/m³ período de concentración de 1 hora).	0 - 30%	Bajo
--	---------	------

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de Clase Adversa por los efectos sobre el personal y pobladores locales, su presencia es Cierta, su Desarrollo es rápido, su Duración es de 5 años por lo tanto Media, y su Magnitud relativa es muy baja pues representa una superficie equivalente al 6,50% del área 1 (Área de incidencia: círculo de 2800m de radio que resulta un área de 2463,01).

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA (Ce)						
Disminución de la calidad del aire; por presencia de emisiones gaseosas	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
contaminantes y material particulado.	-1	1	0,8	5	6,50	-1,86

Impacto Cod. C2	Incidencia en los niveles de ruido, ambiental y laboral
Acción generadora	<ul> <li>Desbroce y limpieza</li> <li>Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo</li> <li>Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación</li> <li>Precorte en la ladera</li> <li>Despalme y corte en laderas y formación de plataformas</li> <li>Excavaciones subterráneas</li> <li>Uso y manejo de explosivos</li> <li>Enrocamiento</li> <li>Colocación y formación de plataforma de apoyo con material 3D aluvión</li> <li>Suministro y colocación de material fino</li> <li>Barrenación en roca</li> <li>Impermeabilización del núcleo</li> <li>Hormigonados</li> <li>Hormigón lanzado</li> <li>Limpieza a mano y sopleteado del desplante</li> <li>Protección asfáltica</li> <li>Transporte de material excedentes</li> <li>Tratamientos geotécnicos en excavaciones exteriores y subterráneas</li> <li>Generación y disposición de residuos sólidos comunes (domésticos)</li> <li>Generación y disposición de residuos sólidos especiales y peligrosos</li> <li>Revestimiento y pavimentación</li> <li>Disposición de material excedente de excavaciones</li> </ul>
Indicador	Niveles medidos en dBA (Ruido) en relación a la superficie (ha)
Subfactor	Ruido

#### Descripcion

El impacto se refiere a la alteración del ambiente acústico debido a la generación ruidos, por efecto de las acciones generadoras detalladas en la parte superior.

Para las diferentes acciones generadores, se identifica el uso de maquinaria pesada, equipos y vehículos que originan una variación en los niveles de ruido; adicionalmente la movilización de materiales, equipo, vehículos varios, maquinaria específica, residuos entre otros producen impacto acústico. De manera sobresaliente las explosiones producidas en la etapa de construcción, generará incremento de ruido. También se considera actividades generadoras los ruidos propios de procesos, como los que se pueden encontrar en las plantas de tratamiento de agua y las plantas de triturado y





producción de hormigón.

Para evaluar el impacto se ha procedido a estimar el ruido producido por maquinaria como por explosiones adoptándose para el efecto, en el primer caso los valores dados por fabricantes de equipo y maquinaria y que se detalla en la tabla siguiente:

Niveles de ruido generados por equipos

Equipo	Niveles de ruido (dB)
Martillo neumático	103-113
Grúa	90-96
Compactador de talón	90-95
Aplanadora de tierra (rodillo)	90-96
Martillo	87-95
Retroexcavadora	84-93
Excavadora	84-93
Cargadora	86-94
Tractor	100
Volquetes	80-83
Explosiones de Dinamita	140

Para el efecto, se procedió a realizar la modelación desarrollando el algoritmo sobre el ambiente MATLAB© y considerando los fundamentos establecidos en la norma ISO 9613-2:1996, acústica - la atenuación del sonido durante la propagación al aire libre - Parte 2: Método general de cálculo y el método de predicción de la propagación del sonido en el aire libre desarrollado por el proyecto Harmonoise e Imagine.

La evaluación del impacto se realiza en base a los siguientes criterios:

CARÁCTER	ESCALA DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO
Si los niveles de ruido superan los 85 dBA establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 5.	71 - 100%	Alto – Muy Alto
Si los niveles de ruido se encuentran entre los 65 y 85 dBA, considerado como un rango permitido de exposición laboral y sobre la preservación del hábitat. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 5. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo	41 - 70%	Medio
Si los niveles de ruido son inferiores a 65 dBA.  Se ha considerado que el uso de suelo va a cambiar a uso industrial, razón por la cual se asume como valores guía la Tabla 1 Niveles Máximos de Ruido Permisibles según el Uso de Suelo, especificados en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). Libro VI. Anexo 5; por otra parte se estima que este valor es un parámetro adecuado para la preservación de hábitats.	0 - 40%	Muy Bajo - Bajo

#### Criterios de valoración del impacto:

El impacto identificado es de clase adversa, de Presencia cierta, de Desarrollo rápido, Duración de 5 años (Media) y la Magnitud relativa es baja pues la superficie que cubre la dispersión de ruido hasta alcanzar el status quo ante (línea base) que representa un 2,44% de la superficie del área 1.





CALIFICACIÓN ECOLÓGICA (Ce)						
Incidencia en los niveles de ruido,	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
ambiental y laboral	-1	1	0,8	5	2,44	-1,64

Impacto Cod. C3	Molestias y afecciones por presencia de olores indeseables	
Acción generadora	Generación y disposición de residuos sólidos comunes (domésticos)	
	Generación y disposición de residuos líquidos comunes	
Indicador	Percepción Humana en relación a superficie en área de incidencia (ha)	
Subfactor	Olores	
Descripción		

El impacto se refiere a la alteración de la calidad del aire debido a la generación de emisiones de amoniaco y ácido sulfhídrico, por efecto de la descomposición de residuos, lo cual genera malos olores con el consiguiente malestar para el personal que se halla alrededor de los sitios de acumulación.

#### Criterios de calificación del impacto.

El impacto identificado es de clase adversa, Su Presencia es Poco probable, su Desarrollo es rápido, su Duración es media (5 años) y su Magnitud relativa se cuantifica de acuerdo al área de incidencia en función de la concentración de H2S, establecida en la siguiente tabla y circunscrita al relleno sanitario previsto para el proyecto hidroeléctrico que representa un 0,005% del área 1:

CARÁCTER	ESCALA DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO
Si la concentración de Amoniaco (NH <sub>3</sub> ) es superior a 25 ppm en periodos de exposición de 8 horas continuas y la concentración de Ácido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S) supera los 150µg/m <sup>3</sup> el olor será fuerte y causará daños a la salud. Threshold Limit Value (TLV), American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).	71 - 100%	Alto
Si la concentración de Amoniaco (NH <sub>3</sub> ) es inferior a 25 ppm considerado como un tiempo promedio ponderado para una jornada normal de trabajo (8 horas diarias), y la concentración de Ácido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S) supera los 14μg/m <sup>3</sup> y es menor a los 150μg/m <sup>3</sup> , el olor generado causará molestias. Threshold Limit Value (TLV), American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).	31 - 70%	Medio
Si la concentración de Amoniaco (NH <sub>3</sub> ) es inferior a 25 ppm, considerado como un tiempo promedio ponderado para una jornada normal de trabajo (8 horas diarias); y la concentración de Ácido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S) supera los 7μg/m <sup>3</sup> y es menor a los 14μg/m <sup>3</sup> , el olor generado causará pequeñas molestias. Threshold Limit Value (TLV), American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).	0 - 30%	Bajo

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA (Ce) Molestias Clase Pr De Du Mr Ce afecciones por presencia de olores -1 0,3 0,6 5 0,0048 -0,45 indeseables

Impacto Cod. C4	Aparición de radiaciones no ionizantes
Acción generadora	Operación y mantenimiento de subestaciones y línea de transmisión
Indicador	Radio de emisión electromagnética en relación a la superficie (ha)
Subfactor	Campos magnéticos
Descripción	





El impacto se refiere a la presencia de radiaciones no ionizantes (campos magnéticos y campos eléctricos) por efecto de la operación y mantenimiento de equipos electromecánicos e instalaciones (subestaciones en Bella Unión y en el campamento de Operación y la línea de transmisión de 69 kV), con la consecuente afectación al personal de la obra. El modelamiento para determinar el campo de afectación del impacto, se lo describe en el Apéndice 7.2.4 Modelamiento Campos Electricos y Magnéticos en la etapa de construcción.

El impacto se evalúa de acuerdo a lo establecido en las siguientes tablas:

CARÁCTER	ESCALA DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO
Cuando la intensidad de campo eléctrico¹ es de 4167 (E)(V m⁻¹) y la densidad de flujo magnético² corresponde a 83 (B) (µT); provenientes de líneas de transmisión de 230 kV de voltaje y con un ancho de la franja de servidumbre de 30 m. Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection E.V. (ICNIRP)	71 - 100%	Alto
Cuando la intensidad de los campo eléctrico <sup>1</sup> es de 4167 (E)(V m <sup>-1</sup> ) y la densidad de flujo magnético <sup>2</sup> corresponde a 83 (B) (μT); provenientes de líneas de transmisión de 138 kV de voltaje y con un ancho de la franja de servidumbre de 20 m. Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection E.V. (ICNIRP)	31 - 70%	Medio
Cuando la intensidad de los campo eléctrico¹ es de 4167 (E)(V m⁻¹) y la densidad de flujo magnético² corresponde a 83 (B) (µT); provenientes de líneas de transmisión de 69 kV de voltaje y con un ancho de la franja de servidumbre de 16 m. Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection E.V. (ICNIRP)	0 - 30%	Bajo

CARÁCTER	ESCALA DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO
Cuando el tipo de exposición contenga valores superiores a los presentados a continuación: intensidad de campo eléctrico <sup>3</sup> de 8333 (E) (V m <sup>-1</sup> ), densidad de flujo magnético <sup>4</sup> de 417 (B) (μT) e intensidad de campo magnético <sup>5</sup> de 333 (H) (A m <sup>-1</sup> ). Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection E.V. (ICNIRP)	71 - 100%	Alto

<sup>1</sup> La Intensidad de campo eléctrico (E) en una carga positiva estacionaria en un punto de un campo eléctrico; medido en voltios por metro (V m<sup>-1</sup>).

Una cantidad del campo del vector, B, que da lugar a una fuerza que actúa en una carga o cargas en movimiento, y se

expresa en tesla (T).

<sup>3</sup> La Intensidad de campo eléctrico (E) en una carga positiva estacionaria en un punto de un campo eléctrico; medido en voltios

por metro (V m<sup>-1</sup>).

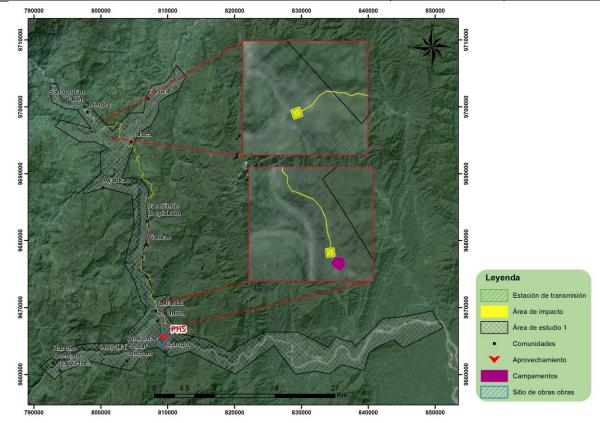
<sup>4</sup> Una cantidad del campo del vector, B, que da lugar a una fuerza que actúa en una carga o cargas en movimiento, y se expresa en tesla (T).

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Una cantidad axial del vector, H, que, junto con la densidad de flujo magnético, especifica un campo magnético en cualquier punto en el espacio, y se expresa en amperio por metro (A m<sup>-1</sup>).





Cuando el tipo de exposición contenga valores entre los siguientes rangos: intensidad de campo eléctrico³ de 4167 a 8333 (E) (V m⁻¹), densidad de flujo magnético⁴ de 83 a 417 (B) (μT) e intensidad de campo magnético⁵ de 67 a 333 (H) (A m⁻¹). Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection E.V. (ICNIRP)	31 - 70%	Medio
Cuando el tipo de exposición contenga valores inferiores a los presentados a continuación: intensidad de campo eléctrico³ de 4167 (E) (V m⁻¹), densidad de flujo magnético⁴ de 83 (B) (μT) e intensidad de campo magnético⁵ de 67 (H) (A m⁻¹). Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection E.V. (ICNIRP)	0 - 30%	Bajo



#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase adversa, presencia cierta, desarrollo rápido, de duración media durante toda la etapa de construcción y de magnitud relativa se la evalúa como la franja de servidumbre del la línea de transmisión de acuerdo a la Normativa vigente (16m), por todo la longitud de la misma (43,60 km); y se añaden las superficies que comprenden los polígonos de las subestaciones con la franja de 16 metros de seguridad (Subestación Bella Unión: 2750m2; Subestación Camp. Operación: 11213,17 m2), en relación al área 1, Además se utilizó el Software FEMM 4.2 que evalúa los parámetros de Intensidad de Campo Eléctrico, Intensidad de Campo Magnético y Densidad de Flujo magnético con base en la descripción del proyecto y datos de líneas de transmisión que se encuentran actualmente en operación, adicionalmente de las condiciones climáticas de la zona. . Se establece un área de impacto de 81,76 hectáreas que representan una magnitud relativa de 0,22% con respecto al área 1.

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA						
Aparición de radiaciones no	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
ionizantes	-1	1	1	5	0,22	-1,52





#### Impactos sobre el suelo

Impacto	Pérdida de suelos		
Cod. C5			
Acción generadora	Precortes, cortes, nivelaciones, rellenos, excavaciones, despalme, compactación y formación de plataformas.		
Indicador	Superficie ha		
Subfactor	Clases de suelos y clase agrológica (aptitud)		

#### Descripción

Impacto referido a la pérdida del recurso suelo debido a la remoción de sus capas superficiales producida en las actividades de movimiento de tierras y excavaciones en precortes, cortes, nivelaciones, rellenos, excavaciones, despalme, compactación y formación de plataformas, requeridas para la conformación de las superficies en donde serán emplazadas las diversas obras, instalaciones y facilidades, permanentes y temporales, de la infraestructura del PHS.

Los suelos cuya potencialidad está representada por las clases agrológicas identificadas en el área de estudio y que serían afectados por estas actividades abarcan una superficie de 592,71 ha –incluye únicamente superficies con desarrollo de suelo- (1,7% del Área de estudio 1), según el detalle siguiente:

Clase agrológica IV: Tierras aptas para agricultura con limitaciones moderadas: 182,48 ha Clase agrológica V: Tierras aptas para agricultura, con limitaciones fuertes a muy fuertes: 0,26 ha

Clase agrológica VI: Tierras no arables, aptas para aprovechamiento forestal: 189,78 ha

Clase agrológica VII: Tierras no arables, aptas para protección forestal: 66,49 ha

Clase agrológica VIII: Tierras para conservación: 153,68 ha

Estas corresponden a las siguientes obras y facilidades:

Tabla C4-1. ESCOMBRERAS

1 440144 0 1 11 200 0 111 21 12 14		
Clase agrológica	ha	
IV	10,88	
V	0,26	
VI	120,62	
VII	28,81	
VIII	19,83	
TOTAL	180,40	

#### **OBRAS DE LA CENTRAL**

Clase agrológica	ha
IV	64,92
VI	23,03
VIII	103,86
TOTAL	191,81

#### **CAMPAMENTOS**

Clase agrológica	ha
IV	9,81
VI	0,53
VII	8,08
TOTAL	18,42

#### **BANCOS DE MATERIAL**

Clase agrológica	ha		
IV	96,87		
VI	45,61		
VII	29,6		
VIII	30,00		
TOTAL	202,08		





#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es negativo debido a la pérdida de suelos, su presencia es cierta, su desarrollo es rápido, su duración es permanente y su magnitud relativa es Muy Baja, ya que representa el 1,57% de la superficie total de la zona de estudio. En estas superficies no se incluyen las áreas que están fuera del área de estudio. El índice de calificación ecológica es de -1,66, es decir no significativo

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Perdida de suelos	CLASE	PRESENCIA	DESARROLLO	DURACIÓN	MAGNITUD	Се
	Negativo	-0,6	0,6	9	1,57	-1,66

Impacto Cod. C6	Contaminación de suelos	
Acción generadora	<ul> <li>Generación y disposición de residuos sólidos domésticos</li> <li>Generación y disposición de residuos industriales y peligrosos</li> <li>Disposición de material de excavaciones</li> </ul>	
Indicador	Superficie ha	
Subfactor	Calidad del suelo	

#### Descripción

Impacto referido a la incidencia de procesos contaminantes sobre el recurso suelo debido a las actividades previstas en la etapa constructiva del proyecto y en las actividades de desmantelamiento de obras e instalaciones temporales, los que conllevan a la reducción y/o pérdida de la capacidad agroproductiva del recurso debido a la alteración de sus propiedades químicas y/o físicas, por efecto de la acción de agentes contaminantes (sustancias químicas, hidrocarburos, etc.) que pueden ser desalojados sobre el recurso natural. El impacto puede generarse en las siguientes fuentes:

#### Contaminación por residuos sólidos:

- Residuos sólidos, domésticos e industriales: durante la operación de los campamentos temporales (bodegas, talleres, oficinas, etc.), así como en las obras de construcción, se provocaría la contaminación del suelo debido a una mala gestión y manejo de residuos sólidos de tipo doméstico e industrial (orgánicos e inorgánicos), peligrosos y no peligrosos, que son generados en dichas instalaciones y frentes de trabajo, ya que al ser depositados de manera inadecuada sobre las superficies adyacentes a los frentes de obra, provocarían la alteración de las propiedades del suelo.
- Excedentes de movimientos de tierras: se refiere a la contaminación y/o alteración de las
  propiedades físicas de los suelos como producto del desalojo inadecuado de excedentes de
  movimientos de tierras realizados para la adecuación de las superficies para el emplazamiento de
  las obras diseñadas en el PHS. Estos desalojos provocan el cubrimiento de la capa fértil del suelo
  con materiales inertes y la consecuente pérdida de su capacidad agroproductiva.

#### Contaminación por residuos líquidos:

- Residuos líquidos industriales y peligrosos: contaminación por aceites, residuos de hidrocarburos y
  desechos aceitosos que se generan por efecto del mantenimiento de equipos y maquinaria
  utilizados en los procesos constructivos del PHS y que se evacuan directamente sobre el suelo,
  provocarán la alteración química del suelo, afectando su capacidad agroproductiva.
- Líquidos residuales domésticos: durante la operación de los campamentos y anexas (bodegas, talleres, oficinas, baterías sanitarias, etc.), se generan aguas residuales de tipo doméstico (aguas





grises y negras), las cuales al ser evacuadas de manera inadecuada sobre los suelos adyacentes, provocan la alteración físico-química del recurso.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es negativo debido al efecto adverso sobre el recurso, es de Presencia probable, de Desarrollo rápido, de Duración media y de Magnitud Relativa muy baja ya que los sitios potenciales a ser afectados suman una superficie de 592,71 ha que ha sido calculada en la ficha anterior (1,57% del Área 1).

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA Ce									
Contaminación de suelos	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се			
Contaminación de suelos	-1	0,4	0,9	5	1,57	-0,64			

# Impactos sobre la geomorfología

Impacto	Alteración y/o destrucción de geoformas naturales
Cod. C7	
Acción generadora	Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación Precorte en la ladera Despalme y corte en laderas y formación de plataformas Enrocamiento Colocación y formación de plataforma de apoyo con material 3D aluvión Suministro y colocación de material fino Pantalla Tratamientos geotécnicos en excavaciones exteriores y subterráneas Generación y disposición de residuos sólidos comunes (domésticos) Disposición de material excedente de excavaciones
Indicador	Superficie de geoformas afectadas
Subfactor	Geoformas naturales
Decembration	

#### Descripción

Impacto que se refiere a la alteración y/o destrucción de las geoformas naturales debido a la ejecución de nuevos taludes, plataformas, vías, escombreras, rellenos sanitarios, etc. en las zonas de obras del PHS.

Este impacto se produce por efecto de:

- Cortes, nivelación, excavaciones, rellenos y compactación de materiales durante la construcción de vías, campamentos, talleres, bodegas y otros espacios que se requieran para la edificación del PHS.
- Cortes, nivelación, excavaciones para la obtención de materiales de construcción en las canteras determinadas para la ejecución del proyecto.
- Cortes, nivelación, excavaciones, rellenos y compactación de materiales como parte de las ataguías, cimentación de la pantalla, construcción de la pantalla, portales de túneles, túneles, caverna de casa de máquinas y otras obras anexas del proyecto.
- Conformación de plataformas, rellenos y compactación de materiales en exceso (escombreras) de las excavaciones de vías, plataformas, túneles, taludes y otras obras anexas del proyecto.
- Conformación de la pantalla y ataguías en el cauce del río Santiago lo cual cambiará las geoformas en esta zona de forma permanente.
- Conformación de rellenos sanitarios para disposición de desechos sólidos comunes.

Con el fin de evaluar la magnitud del impacto se analizan las áreas de afectación en las diferentes geoformas de acuerdo al detalle que se presente en la siguiente tabla:





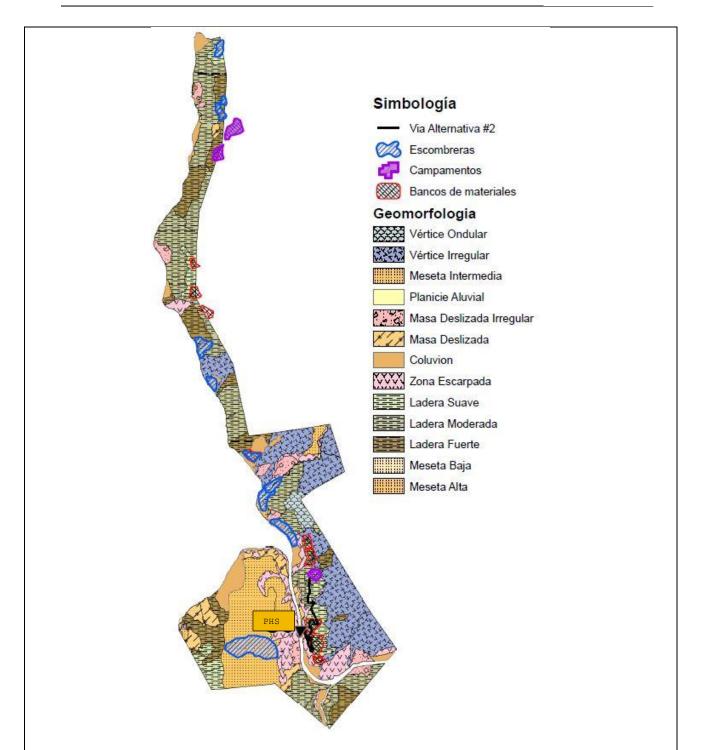
Tabla C6-1. Criterios de Magnitud

NOMBRE	Área Antes Construcción	Área Después Construcción	Diferencia	Afectación
Coluvión	2,41	2,18	0,2289	0,56%
Ladera Fuerte	4,63	4,36	0,2740	0,67%
Ladera Moderada	9,27	8,94	0,3248	0,80%
Ladera Suave	2,82	2,15	0,6679	1,64%
Masa Deslizada	1,53	1,53	0,0000	0,00%
Masa Deslizada Irregular	1,42	1,39	0,0302	0,07%
Meseta Alta	5,25	4,44	0,8086	1,98%
Meseta Baja	1,16	1,09	0,0704	0,17%
Meseta Intermedia	0,11	0,10	0,0086	0,02%
Planicie Aluvial	7,43	7,37	0,0586	0,14%
Vértice Irregular	0,55	0,55	0,0000	0,00%
Vértice Ondular	3,35	3,27	0,0750	0,18%
Zona Escarpada	0,87	0,87	0,0000	0,00%
Otros	0,05	0,05	0,0000	0,00%
TOTAL	40,83	38,28		
Área Afectada (km2)	2,5	55		
Porcentaje de Afectación	60	%		

De forma gráfica se muestra las zonas afectadas y su ubicación sobre el mapa geomorfológico en el área correspondiente a la zona de construcción del proyecto:







Como se puede observar en la tabla y gráfico presentados, la afectación a las geoformas alcanza un 6% de las superficies originales la misma que representa el 0,6% de la superficie total del área 1. Las geoformas más afectadas son mesetas altas y laderas suaves puesto que en las mismas se han ubicado en su mayoría las escombreras y canteras para materiales de construcción, así mismo, al ser las zonas con menores pendientes se han ubicado en estos sitios los campamentos, talleres y bodegas.

## Criterios de calificación del impacto:

El impacto es negativo por cuanto se alteran y/o destruyen las geoformas naturales

Su presencia es cierta por cuanto las actividades de construcción necesariamente implican la ejecución de cortes, taludes, plataformas, rellenos, escombreras, etc. que modifican o destruyen las geoformas de la zona de construcción.

Estas modificaciones, en cuanto a presencia, serán en un rango medio por cuanto las modificaciones





se realizaran a lo largo del proceso constructivo del PHS.

Las modificaciones serán permanentes con excepción de las ataguías de desvío las cuales son estructuras temporales que luego quedarán sumergidas bajo el embalse.

La magnitud del impacto es muy baja por cuanto las áreas afectadas corresponden a solo el 0,60% de la superficie del área 1.

Con estos factores se obtiene una Ce de -2,573.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Alteración y/o	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce		
destrucción de Geoformas Naturales	-1	1,0	0,49	8,25	0,6	-2,573		

Impacto	Activación de procesos erosivos
Cod. C8	
Acción generadora	Desbroce y limpieza Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación Precorte en la ladera Despalme y corte en laderas y formación de plataformas Colocación y formación de plataforma de apoyo con material 3D aluvión Suministro y colocación de material fino Disposición de material excedente de excavaciones
Indicador	Tasa de Erosión de suelos en ton/ha/año
Subfactor	Procesos erosivos
Descripción	

Para proceder a los procesos constructivos, apertura de vías, explotación de materiales de construcción o para iniciar el uso de escombreras se tendrá que retirar la cobertura vegetal, excavar o conformar taludes con inclinaciones mayores a los taludes actuales lo cual producirá que se incremente la tasa de erosión por efecto de las precipitaciones y el agua de escorrentía superficial.

La remoción de capa vegetal y el cambio en las pendientes de los taludes se efectuará en el área de construcción, misma que comparada con el área de análisis (área 1), en la cual se debe cuantificar el impacto, no presenta una magnitud significativa. Por lo cual, se tomó la decisión de representar este impacto para la zona puntual de obras. Esta área, denominada área de construcción, tiene una superficie de 40.83 km2 que representa el 10.78% del área total (378.64km2).

Para establecer el incremento en la tasas de erosión se realizó un análisis comparativo de la tasa de erosión antes de iniciar la construcción y la misma una vez iniciando todas las obras de construcción, en el área de afectación. El cálculo de la tasa de erosión para la fase de construcción fue realizado mediante la metodología RUSLE, para lo cual el factor que se haya modificado es de la cobertura vegetal (factor C), que para las zonas de construcción se ha tomado el valor máximo (uno), ya que esta no va a tener ninguna protección vegetal y habrán modificación de las pendientes. Los cálculos efectuados con la misma metodología realizada en línea base se resumen en las siguientes tablas:

## Previo a Construcción:

Tabla C7-1. Tasas de erosión

Área de Cada Celda	9	m2
Área del Análisis	38,92	km2
Area dei Arialisis	3891,70	ha
Tasa de erosión total por celda	276182528	
Generación de Erosión en el área	248564,275	ton/año
Tasa de Erosión	63,87	ton/ha/año





#### Durante Construcción:

Tabla C7-2. Tasas de erosión

Área de Cada Celda	9	m2
Área del Análisis	38,92	km2
Area dei Arialisis	3891,70	ha
Tasa de erosión total por celda	661925000	
Generación de Erosión en el área	595732,5	ton/año
Tasa de Erosión	153,08	ton/ha/año

Sin embargo, al considerar el incremento en la tasa de la erosión en el área total de análisis (378,64km²) mediante un promedio ponderado se obtiene un incremento del es de 9,17 ton/ha/año con respecto a toda el área 1, lo cual representa un incremento del 14,35% durante la fase de construcción y hasta que exista una revegetación o cobertura del área.

Criterios de calificación de impactos:

- El impacto es negativo por cuanto el incremento de la tasa de erosión produce cárcavas y desprendimientos que alteran el tema geomorfológico.
- La presencia es completamente cierta por cuanto para las labores de construcción, de explotación de materiales o conformación de escombreras se conformarán superficies sin ningún tipo de cobertura vegetal.
- El desarrollo de la actividad es rápido por cuanto la limpieza de superficies de la cobertura vegetal está entre las primeras actividades a desarrollar.
- La duración se considera media por cuanto una vez que se recupere la cobertura vegetal o que las superficies sean cubiertas por las estructuras del proyecto el impacto se mitiga.
- En cuanto a la magnitud es muy baja como se ha demostrado con el cálculo del incremento de la tasa de erosión (14,35%).

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Activación de procesos erosivos Clase Pr De Du Mr Ce								
-1 1,0 0,63 5,50 14,35 <b>-2,28</b>								

Impacto Cod. C8	Activación de fenómenos geodinámicos (movimientos en masa, deslizamientos, derrumbes)					
Acción generadora	Desbroce y limpieza Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación Precorte en la ladera Despalme y corte en laderas y formación de plataformas Uso y manejo de explosivos Colocación y formación de plataforma de apoyo con material 3D aluvión Suministro y colocación de material fino Generación y disposición de residuos sólidos comunes (domésticos) Disposición de material excedente de excavaciones					
Indicador	Área de movimientos activos (ha)					
Subfactor	Taludes inestables					
Descripción						





Las excavaciones, la apertura de vías, la explotación de canteras y la conformación de escombreras producen taludes temporales que no presentan condiciones de estabilidad total. El descapote de cobertura vegetal y el desvío de cursos de agua superficiales incrementará la saturación de las masas y también esto incrementará la prevalencia de movimientos de masa en la zona de construcción. El uso de explosivos para avanzar con las excavaciones puede provocar desprendimientos y debilitamiento de los macizos rocosos que como consecuencia puede generar deslizamientos. El cargar con materiales adicionales algunas zonas sea por la conformación de escombreras o por la conformación de un relleno sanitario también incrementa la probabilidad de ocurrencia de un movimiento de masa.

Este tipo de actividades se enmarca dentro del área de construcción del proyecto, la misma que comparada con el área de análisis (área 1), sobre lo cual hay que cuantificar el impacto, corresponde a una pequeña fracción. Sin embargo con el fin de poder cuantificar y representar de mejor manera este impacto se tomó la decisión de representar el mismo para la zona puntual correspondiente al área de obras. Esta área, denominada área de construcción, tiene una superficie de 40,83 km² lo que representa el 10,78% del área total (378,64km²).

Bajo esta consideración se asume que durante la época húmeda un máximo del 5% del área que se ha establecido como área de construcción se verá afectada por movimientos de masa causados por los taludes temporales de construcción o por la saturación de masas que antes tenían la protección de una capa vegetal o impermeable. Con lo anteriormente analizado, el área de potencial afectación por deslizamientos es alrededor del 0,54% de la superficie y por lo tanto la influencia de este impacto es muy baja aunque negativa.

#### Criterios de calificación de impactos:

- El impacto es de tipo negativo por cuanto los movimientos de masa tienen consecuencias sobre las obras construidas, así como sobre obras o población previa asentada.
- La presencia del impacto es muy probable por cuanto las actividades constructivas en muchos casos alteran el equilibrio inestable de los taludes y masas sobre las cuales se interviene.
- El desarrollo de la actividad es medio por cuanto las excavaciones y rellenos que se deban hacer tomaran buena parte del tiempo de construcción del proyecto, aunque si habrá una mayor actividad en esta área hacia el inicio de la construcción por la apertura de vías y el establecimiento de campamentos, talleres y bodegas.
- La duración del impacto es media, por cuanto durante el mismo proceso constructivo o de cierre de minas, escombreras y frentes de trabajo se realizarán labores que permitan que se recupere la estabilidad de las masas que han tenido problemas durante la fase de construcción, el establecimiento de las estructuras definitivas y la recuperación de la cobertura vegetal también aportarán a que los taludes recuperen su equilibrio a largo plazo.
- La magnitud relativa es muy baja por cuanto de nuevo las áreas afectadas corresponden a las zonas de frentes de trabajo, escombreras, canteras, vías y plataformas. Dichas áreas comparadas con el área de análisis (Área 1) corresponden a una fracción pequeña.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Activación geodinámicos	de	Fenómenos	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
goodiilaiiilooo			-1	0,85	0,48	4,22	0,54	-1,14





# Impactos sobre las aguas superficiales

Impacto Cod. C10	Afección a la calidad de aguas superficiales
Acción generadora	Desbroce y limpieza
	Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación
	Uso y manejo de explosivos
	Revestimiento y pavimentación
	Disposición de material excedente de excavaciones
	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo
	Operación y mantenimiento de campamentos y anexas
	Generación y disposición de residuos sólidos especiales y peligrosos
	Generación y disposición de residuos líquidos especiales y peligrosos
Indicador	Longitud del río afectado en relación al ICA(%)
Subfactor	Calidad físico química y bacteriológica de aguas superficiales
Descripción	

Los impactos a la calidad de las aguas superficiales durante las actividades de construcción se generan por dos situaciones: a) descargas de residuos sólidos y líquidos industriales y b) por acciones que aportan sólidos a los cursos de agua.

# a) Respecto a las descargas de residuos estas serán:

- 1. Por operación de maquinaria que de manera accidental puede producir vertidos directos a los cauces. Por mantenimiento de equipos: lavado de mezcladoras de hormigón, vehículos u otra maquinaria, se generarán efluentes que contienen sólidos, aditivos industriales, sustancias alcalinas (hormigón), combustibles, grasas, aceites, entre otras sustancias. Como estos trabajos se deben efectuar en un patio de mantenimiento bajo un plan de mantenimiento preventivo, la probabilidad de vertidos al agua es muy baja. Las operaciones de mantenimiento correctivo que puedan hacerse obligatoriamente, algunos junto a los cursos de agua, pueden ocasionar alteraciones puntuales de la calidad del agua con la presencia en la misma de bajas cantidades de aceites y/o grasas minerales que serán emulsionadas en el cauce por la turbulencia del mismo y no afectará al intercambio de gases con la atmósfera.
- 2. Por la implementación y operación del <u>campamento de construcción</u>. Se presentarán descargas de aguas residuales domésticas producto de: aseo personal, preparación de alimentos, limpieza de instalaciones y uso de baterías sanitarias, La población máxima esperada en estos campamentos es de 5000 personas que dispondrán de agua segura para bebida y uso doméstico desde una planta de tratamiento que tiene un caudal de diseño de 15 l/s cuya fuente es el río Ichipiacumi Chico que tiene un caudal normal de 200 l/s. En condiciones más desfavorables, el caudal de aguas residuales domésticas que será aportado al mismo río aguas abajo será de 15 l/s. La siguiente tabla ilustra la composición de una agua residual domestica:





Componente	Intervalo de concentraciones				
_	Alta	Media	Baja		
Materia sólida, mg/l	1200	720	350		
disuelta total	850	500	250		
inorgánica	525	300	145		
orgánica	325	200	105		
en suspensión	350	220	100		
inorgánica	75	55	20		
orgánica	275	165	80		
Sólidos decantables, ml/1	20	10	5		
DBO <sub>5</sub> a 20°C, mg/ 1	400	220	110		
Carbono orgánico total, mg/ l	290	160	80		
DQO, mg/1	1000	500	250		
Nitrógeno, mg/1 N, total	85	40	20		
Orgánico	35	15	8		
Amoníaco	50	25	12		
Nitritos	0	0	0		
Nitratos	0	0	0		
Fósforo, mg/ 1 P, total	15	8	4		
orgánico	5	3	1		
inorgánico	10	5	3		
Cloruros	100	50	30		
Alcalinidad, mg/1 CaCO <sub>3</sub>	200	100	50		
Grasa, mg/l	150	100	50		

Metcalf-Eddy. "Tratamiento y depuración de las aguas residuales". 1991

El contenido en bacterias coliformes fecales del agua residual domestica no está indicada pero se puede considerar los valores obtenidos en las aguas residuales domesticas de la ciudad de Cuenca que están en el orden de 10<sup>6</sup> – 10<sup>7</sup> NMP/100ml.

Si consideramos los valores de concentración media y el caudal del cuerpo receptor, el río lchipiakumi Chico , de 200 l/s y <u>no</u> se realiza ningún tratamiento; aguas abajo de la descarga, antes de unirse al Namangoza, cuando la mezcla sea total la dilución en el río cumple la relación siguiente:

$$CdQd + CrQr = C(Qd + Qr)$$

$$C = (CdQd + CrQr)/(Qd + Qr)$$

Donde C = concentración, Q = caudal, d = descarga doméstica y <math>r = rio, entonces:

Concentración del parámetro en el	Concentración típica del	Concentración del parámetro en el
rio Ichipiacumi Chico, según análisis realizado en julio de 2014	parámetro en el agua residual domestica	rio aguas abajo de la descarga según la relación indicada
Solidos totales = 93 mg/l	720	136,74
DBO = 4 mg/l O2	220	19,07
Fosforo Total = 0,1 mg/l	8	0,651
Nitrógeno Total* = 0,15 mg/l	40	2,93
Coliformes fecales = 7 UFC	1x10e+6	6,98e+4

<sup>\*</sup>N-orgánico + N-amoniacal + N-Nitratos + N-Nitritos

Como se observa, el efecto en el río es significativo, el contenido de bacterias coliformes fecales aumentaría drásticamente, igual la DBO, lo que le hace al río Ichipiacumi Chico no apto para ningún uso. El proyecto contempla la implementación de una planta de tratamiento de lodos activados para estas aguas residuales antes de su descarga al río Ichipiakumi Chico que cumpla con lo exigido por el TULSMA Anexo 1 libro VI tabla 12, este mismo análisis da como resultado:





Concentración del parámetro en el	Concentración típica del	Concentración del parámetro en el
rio Ichipiacumi Chico, según análisis	parámetro exigido el	rio aguas abajo de la descarga
realizado en julio de 2014	TULSMA	según la relación indicada
Solidos totales = 93 mg/l	720*	136,74
DBO = 4 mg/l O2	100	10,70
Fosforo Total = 0.1 mg/l	8*	0,651
Nitrógeno Total = 0.15 mg/l	25	1,88
Coliformes fecales = 7 UFC	1x10e+3	76

<sup>\*</sup>Los valores permitidos por la norma son mayores

Siendo el río apto para todos los usos excepto agua potable, donde el valor de la DBO debe ser máximo 2 mg/l. En el río Namangoza, donde el caudal mínimo registrado es de 244 m³/s¹ en enero de 2010, el aporte del rio Ichipiacumi Chico en estas dos condiciones será:

Concentración del parámetro en el rio Namangoza (Nmg-03)		ción en el rio umi Chico	Concentración del parámetro en el rio Namangoza aguas abajo de la unión		
	A) Sin PTAR	B) Con PTAR	A)	В)	
Solidos totales = 78 mg/l	137	137	78,05	78,05	
DBO =12 mg/l O2	19,07	10,7	12,01	11,99	
Fosforo Total = 0.35 mg/l	0,651	0,651	0,35	0,35	
Nitrógeno Total = 4,74 mg/l	2,93	1,84	4,739	4,74	
Coliformes fecales = 640 UFC	69.800	76	697	640	

Dada la gran dilución que ocurre en el rio Namangoza este no es afectado, tengan o no tratamiento las aguas residuales del campamento de construcción. El ICA se mantiene inalterado.

El río Ichipiakumi Chico <u>si</u> es afectado si no hubiera tratamiento de las aguas residuales.

3. Generación y disposición de residuos sólidos. Se dispone de un relleno sanitario aguas arriba del campamento de construcción, sobre el río Namangoza. El lixiviado que pueda generarse en el mismo, formado por el agua lluvia y la humedad propia del residuo, que percola a través de los residuos depositados y sus productos de descomposición, presentan una gran proporción de materia orgánica, amoniaco, sales inorgánicas y un contenido de metales que están en el orden de los miligramos, si no se evacuan y tratan adecuadamente podrían llegar al río Namangoza, aunque su caudal será muy bajo (0,1 l/s). En el proyecto está previsto su tratamiento mediante filtros anaerobios para cumplir los requerimientos dados por el TULSMA para descarga de efluentes Libro VI Anexo 1 Tabla 12

### b) Respecto a las acciones que aportan sólidos a los cursos de agua:

En general, la realización de movimientos de tierras asociados a las obras de construcción, principalmente en caso de pluviosidad elevada en el momento de su realización, ocasionan aportes puntuales de sólidos en suspensión a los cursos de agua, sólidos que pueden sedimentar rápidamente o mantenerse en suspensión por la turbulencia del río (por su tamaño y las propiedades coloidales que tienen estas partículas y además, la misma carga eléctrica les impide sedimentar con facilidad).





- 1. Por desbroce: el retiro de la cobertura vegetal del suelo produce una exposición de estas superficies de terreno a factores climáticos como la lluvia; produciéndose erosión del suelo, incrementando la turbiedad de los cursos de agua.
- 2. Actividades constructivas (cortes, nivelaciones, excavaciones, uso de explosivos, pavimentación): el movimiento de materiales durante estas actividades provocará el aporte de sólidos en los cuerpos de agua, incrementando los niveles de turbiedad, de manera especial en aquellos sitios donde las actividades se realicen junto a las márgenes de los ríos. Adicionalmente, existirá arrastre de materiales desde las zonas de su almacenamiento, o de otras áreas de construcción debido al arrastre causado por las lluvias. El cambio del curso de agua por el túnel de desvío también ocasionará un aumento de la turbiedad del agua en el río que se mantendrá hasta estabilizarse el túnel.
- 3. Disposición de material de excavaciones: el desalojo de material en escombreras, tendrá un impacto menor al producido por el movimiento de tierras, incrementará los niveles de turbiedad por arrastre de material al cauce especialmente en presencia de lluvias

De considerar un escenario en donde la turbiedad se eleve al 200%, el efecto en el ICA en el río Namangoza (Nmg-03) será pasar de 74/100 (Buena) a 72/100 (Buena) en invierno y de 68/100 a 64/100 (Media) en verano. En el Santiago será una disminución numérica en el Índice de Calidad promedio de 69/100 a 67/100 en invierno y de 66/100 a 63/100 en verano, todos en calidad MEDIA, el uso más afectado será el Estético y la conservación de flora y fauna en los 2 o 3 km después del evento debido a la rápida sedimentación de parte de los sólidos suspendidos.

# Criterios de calificación del impacto:

Todas las acciones que aportan líquidos, sólidos e incrementan la turbiedad producen impactos negativos, su presencia es muy probable, su desarrollo rápido y su duración muy corta. Las acciones que generan residuos líquidos y sólidos industriales producen impactos negativos, su presencia es poco probable, su desarrollo muy rápido y de duración muy corta.

La magnitud relativa expresada en porcentaje, en todos los casos analisados, hace referencia al tramo en km de los ríos que se consideran afectados en comparación con los km de ríos incluidos en el Área 1 que es de 331,42 km. Para el efecto se realiza el siguiente análisis que sustenta la longitud de afectación fluvial.

Las fuentes de generación de residuos sólidos, líquidos y sedimentos se inician a la altura de la escomprera EH sobre el río Namangoza, aguas arriba del campamento de construcción, y continúan a lo largo de este con las escombreras EI, EJ, EA, EB, EC, ED, EF; este río tiene una capacidad de dilusión definida por un caudal de 685 m3/s. Aguas abajo, luego de la confluencia de los ríos Namangoza y Zamora, sobre el río Santiago que tiene un caudal de dilusión de 1385 m3/s que corresponde a su caudal medio, las fuentes de contaminación hídrica están constituidas por la escombrera EG, el campamento de operación y la zona de obras del PHS. Se ha considerado que a 2,27 km aguas abajo, en el punto de unión con el río Coangos con un aporte de 70 m3/s, se habrá logrado la dilución de los agentes contaminantes, quedando la presencia de sólidos coloidales no sedimentables que serán arrastrados hasta la frontera con el Perú. Por lo anterior el tramo fluvial potencialmente afectado en comparación con los Km de ríos incluidos en el área 1 (331,42 Km), es el tramo desde la escombrera EH ubicada aguas arriba del campamento de construcción hasta la frontera con el Perú (81,97 km), lo que representa el 24,73% de la longitud total de los ríos del área 1.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Afección a la calidad de aguas	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
superficiales	-1	0,8	1	2	24,73	-1,86





Impacto Cod. C11	Alteración de cursos de agua
Acción generadora	Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación
Indicador	Longitud del tramo del río afectado (km), %
Subfactor	Patrones naturales de escurrimiento
Descripción	

Las actividades del proyecto relacionadas con cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación, suponen la generación de impactos sobre el agua superficial, cuyo efecto principal es la alteración de los cursos de agua. Este impacto se produce cuando el curso de agua superficial se ve modificado por la presencia de un obstáculo, la ocurrencia de un deslizamiento, el desvío de un curso de agua para llevar a cabo actividades constructivas (excavaciones, rellenos, etc.), lo cual interfiere en el patrón natural de escurrimiento del río. Así, durante la construcción, el principal efecto de la alteración de los cursos de agua por deslizamientos es la posibilidad de encharcamiento, lo que puede generar efectos adversos asociados a los cambios en la calidad del agua ocasionados por el incremento de sólidos en el agua, generando cambios en parámetros como sólidos totales, turbiedad, pH, DBO, etc. De igual manera, a un cuerpo de agua, al retirarle su caudal por el desvío del río debido a las actividades constructivas, se le desequilibra y se generan modificaciones en él, relacionadas con la capacidad de transporte de sedimentos por la ausencia de agua. Una vez que se concluyan las actividades constructivas y se restituya el caudal del río, se produce un proceso de degradación del curso de agua, lo cual se extenderá hasta que éste encuentre nuevamente un punto de equilibrio.

En el caso del PHS, el impacto se mide a través de la longitud del tramo del río afectado (km). En el sitio de obras, la longitud del cauce afectado por las actividades constructivas, incluyendo el río Santiago y los pequeños cursos afluentes al mismo es de 4,77 km. En el caso de los campamentos, escombreras y canteras, la longitud del tramo de río afectado es de 0,35 km, 2,42 km y 2,96 km, respectivamente. La construcción de la vía de acceso del campamento al sitio de obras atraviesa cinco cursos de agua, lo cual implica la construcción de obras de drenaje u obras mayores (puentes) dependiendo del caudal del curso de agua atravesado (río, quebrada).

El porcentaje de afectación de los cursos de agua con respecto a la longitud total de ríos del Área 1 es del 1,56%, 0,11%, 0.79%, 0,96% para el caso del sitio de obras, campamentos, escombreras y canteras, respectivamente.

El impacto se considera negativo y se debe principalmente a su carácter adverso, cuya certeza de presentarse es cierta, además, la duración del impacto es permanente y se manifiesta de manera muy rápida. La magnitud del impacto está dada por el porcentaje de afectación total con respecto al Área 1 y corresponde al 3,42%.

La importancia del efecto se considera baja, por lo que el impacto en la alteración de cursos de agua se considera no significativo.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Alteración de cursos de agua	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
	-1	1,0	1,0	10	3,42	-3,24

Impacto Cod. C12	Alteración de niveles freáticos
Acción generadora	Desbroce y limpieza Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación





	Despalme y corte en laderas y formación de plataformas Excavaciones subterráneas Colocación y formación de plataforma de apoyo con material 3D aluvión Suministro y colocación de material fino Impermeabilización del núcleo Inyección de impermeabilización Bombeo en exceso Hormigón lanzado Protección asfáltica Tratamientos geotécnicos en excavaciones exteriores y subterráneas Generación y disposición de residuos sólidos comunes (domésticos) Generación y disposición de residuos líquidos comunes Generación y disposición de residuos líquidos comunes Generación y disposición de residuos líquidos especiales y peligrosos Revestimiento y pavimentación
Indicador	Niveles freáticos medidos en la zona
Subfactor	Flujo de agua a través del suelo
Daniel III.	

#### Descripción

La eliminación de la cobertura vegetal produce un incremento de la infiltración de aguas de escorrentía superficial lo cual influencia los niveles freáticos del área. Las labores de construcción del proyecto llevan a cambios en los niveles freáticos de la zona, la apertura de vías abre taludes de drenaje o conforma rellenos que impide el drenaje de las zonas, inclusión de subdrenes. La apertura de canteras en algunos casos requerirá la utilización de bombeo para controlar el nivel freático y mejorar la estabilidad de los taludes temporales. La conformación de escombreras puede generar barreras artificiales que produzcan la modificación de los niveles freáticos de la zona. La apertura de los túneles y cavernas requerirá de drenaje para el avance de las obras y por lo tanto tendrá una influencia sobre los niveles freáticos del área de construcción. La conformación de las ataguías, barreras impermeables bajo la presa y antes de la presa como tal modificarán los flujos de aguas subterráneas y por lo tanto tendrá influencia sobre los niveles freáticos de la zona; el cambio de curso del río a través de los túneles de desvío modificará el nivel del río en la zona y por lo tanto los niveles freáticos en los taludes de la zona. Tras las ataguías de desvío y en la cimentación de la presa se requerirá utilizar bombeo para evacuar las aguas en exceso y esto tendrá influencia en el nivel freático. La impermeabilización de áreas de construcción con hormigón lanzado, pavimento o estructuras de hormigón impedirá la infiltración de aguas de escorrentía superficial y la consiguiente recarga de los acuíferos de la zona. El uso de maquinaría, los requerimientos de combustibles y lubricantes hace probable la contaminación de los niveles freáticos de la zona.

Este tipo de impacto se presentará en el área denominada de construcción, zona en la cual se ejecutan las obras del proyecto, misma que tiene una superficie de 40,83 km² de esta manera formando el 10.78% del total del área de obras (378,64km²) y el 2% del área de estudio 1. El impacto será temporal para varias zonas pero debido a la implantación de subdrenes, descapote de áreas de construcción, construcción de barreras impermeables y cambios en la tasa de infiltración superficial por la impermeabilización de áreas de construcción se presentará de forma definitiva.

Por los reportes que se tiene de las exploraciones de campo el nivel freático en la zona de construcción en general es profundo, lo cual reduce las probabilidades de interferencia en este factor con las obras, excepto por los túneles y cavernas. Sin embargo, existe la probabilidad de líneas de flujo o niveles freáticos colgados que también serán afectados por las obras superficiales ya descritas.

Criterios de calificación de impactos:

• El impacto es negativo por cuanto se cambian las condiciones de los niveles freáticos que puede influenciar en la estabilidad de taludes y sustentación de la cobertura vegetal.





- La presencia del impacto es probable por cuanto las obras modificaran de manera cierta las condiciones de niveles freáticos en cuanto a su recarga y drenaje, así como su control por el nivel del río.
- El desarrollo del impacto es lento por cuanto los procesos hidrogeológicos en general son lentos por la permeabilidad que presentan los macizos rocosos de la zona y por el hecho de que los niveles freáticos son en su mayoría profundos.
- La duración del impacto es largo por cuanto la impermeabilización de las áreas de construcción será permanente, la alteración de niveles del río serán permanentes, los drenajes en túneles serán a largo plazo, las actividades que no son permanentes son las inherentes a las actividades de construcción como bombeo de agua en exceso.
- La magnitud relativa es muy baja por el área a la cual se afecta durante la fase de construcción comparada con el área en análisis.

CALIFICACIION ECOLOGICA (Ce)						
Alteración de niveles freáticos	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
THVOICS HOURIOUS	-1	0,67	0,39	7,29	2,00	-1,50

Impacto Cod. C13	Aumento de caudal en cursos superficiales
Acción generadora	Generación y disposición de residuos líquidos comunes
Indicador	Caudal en m³/s, %
Subfactor	Régimen de caudales
Descripción	

# La construcción del proyecto hidroeléctrico Santiago, requiere de infraestructura de apoyo, como es el

caso de los campamentos para alojar al personal de obras. La ocupación y operación de los campamentos, genera un caudal de aguas residuales el cual debe ser descargado a los cursos de agua superficial, previo tratamiento. El caudal que se descarga supone un caudal extra el cual podría tener una influencia en el cambio del régimen de caudales del río. El proyecto considera dos campamentos, uno permanente (para 250 personas) cuyo sistema de tratamiento de aguas residuales consiste en una fosa séptica de dos compartimentos, y otro temporal (para 5000 personas) cuyo sistema de tratamiento de aguas residuales comprende cuatro etapas: 1) pre-tratamiento, 2) tratamiento principal, 3) digestión de lodos y 4) filtración terciaria. Los efluentes de los sistemas de tratamiento de los campamentos se descargarán en los cursos naturales de agua que se encuentran más próximos (quebrada Sunkants y quebrada s/n, respectivamente).

El impacto generado está dado por el aumento de caudal en los cursos superficiales, cuya magnitud depende del caudal del curso de agua en el cual se descarga. En el caso del proyecto, la quebrada Sunkants y la quebrada s/n tienen un caudal de 1284 lt/s y 203 lt/s, respectivamente. El caudal de aguas residuales de descarga del campamento permanente es de 0,8 lt/s. En el caso del campamento temporal, el caudal de descarga de aguas residuales de 12 lt/s. La comparación de los caudales de aguas residuales de los campamentos y los caudales de las quebradas en las cuales se descarga, muestra que la magnitud del efecto es poco relevante y por tanto el efecto del incremento de caudal se considera poco significativo.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto se considera negativo y se debe principalmente a su carácter adverso, cuya certeza de presentarse es cierta, con una duración del impacto media, debido al tiempo de construcción del proyecto y un desarrollo muy rápido. La magnitud del impacto está dada por la relación entre el aumento de caudal por la descarga y el caudal existente en el cuerpo receptor. Para el caso del campamento temporal, la magnitud del impacto es del 5,9 % y para el campamento permanente, la magnitud del





impacto es de 0,06%. La magnitud total del impacto es de 5,96 %.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Aumento de caudal en cursos	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
superficiales	-1	1,0	1,0	5	5,96	-1,92

Impacto	Cambio de uso del recurso agua			
Cod. C14				
Acción generadora	Operación de campamentos			
Indicador	Caudal (m³/s)			
Subfactor	Uso del recurso			
Descripción				

Durante la etapa de construcción del proyecto hidroeléctrico Santiago, las obras relacionadas con la infraestructura del proyecto y la infraestructura de apoyo como es el caso de los campamentos generan impactos relacionados con el cambio de uso del recurso agua, ya que su operación supone la captación de agua para uso doméstico, tanto para el campamento temporal, como para el campamento permanente. La dotación de agua para los campamentos se ha establecido en un valor de 200 lt/hab/día. El impacto se mide por el caudal requerido para la operación de los campamentos. En el caso del campamento permanente se captará un caudal de 1,0 lt/s de la quebrada de Sunkants y en el caso del campamento temporal se captará un caudal de 15 lt/s del río lpiakumin Chico. Las cuencas hidrográficas de estas quebradas presentan características bastante similares y se caracterizan por ser pequeñas inferiores a 1 km2, con caudales de crecida no muy elevados.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto se considera negativo y se debe principalmente a su carácter adverso, ya que supone un uso nuevo del agua destinado para fines domésticos, cuya certeza de presentarse es cierta y se manifiesta de manera muy rápida, además, la duración del impacto es media debido al tiempo de construcción del proyecto. Considerando que los caudales requeridos para obras no son muy representativos en magnitud (1.25 % del caudal de las cuencas de captación), se establece que la magnitud del impacto es poco relevante.

CALIFICACIION ECOLOGICA (Ce)						
Cambio de uso del recurso	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
agua	-1	1,0	1,0	5	1.25%	-1,588

# Impactos sobre el paisaje

Impacto Cod. C15	Pérdida de calidad visual y paisaje
Acción generadora	Desbroce y limpieza; Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación; Disposición de material de excavaciones.
Indicador	Cuencas visuales en hectáreas
Subfactor	Calidad escénica





## Descripción

Los paisajes naturales de la zona del proyecto van a ser impactados por la alteración de la topografía y la remoción de la vegetación, necesarias para la construcción de infraestructuras del proyecto y de las obras conexas.

#### Impactos visuales

El método de estudio que mejor se apega a la descripción de la magnitud del impacto visual es el de **cuencas visuales**, porque identifica todos los sitios desde donde potencialmente puede verse el área impactada, determinando así la magnitud del impacto (en ha).

El análisis de las cuencas visuales se realizó utilizando ArcGIS (Anexos de fichas impactos, 7.1 Paisaje, Anexo 4). El proceso de análisis identifica las celdas que pueden verse en una imagen ráster del territorio a partir de uno o más puntos de observación. Cada celda ráster recibe un valor que indica el número de puntos de observación. Desde cada punto de observación, una celda que se puede ver tiene un valor equivalente a uno, y todas las celdas que no se pueden ver desde el punto de observación tienen un valor de cero. El análisis en detalle se presenta en el Apéndice 7 Anexos de fichas impactos, 7.1 Paisaje, Anexo 1: Impactos visuales Construcción.

## Criterios de calificación del impacto:

El tipo de impacto visual que se encuentra en esta fase se manifiesta en términos de alteraciones de la topografía debido a todas las actividades de la fase de construcción, es decir, los campamentos, las canteras, las escombreras y las vías de acceso a los sitios de obra.

El impacto visual en la etapa de construcción es de clase negativa y su presencia cierta.

El desarrollo es variable entre rápido para ciertas actividades y componentes como el desbroce y el movimiento de tierras, hasta lento para otras actividades como la construcción del dique.

La duración también varía, desde permanente a media; por ejemplo las actividades de desbroce y limpieza causan impactos permanentes pues dura lo que es la vida útil del proyecto. En cuanto a los movimientos de tierras (i.e. cortes, nivelaciones, etc.) que son necesarios para el emplazamiento de infraestructura, sus impactos varían en duración; si son para la creación de obras de soporte, tales como campamentos o vías temporales, entonces son de duración media; pero si ocurren para el emplazamiento de obras permanentes como el dique, entonces su duración es permanente.

La magnitud de los impactos visuales en la fase de construcción es muy baja por estar limitada a zonas cercanas a las áreas de construcción de infraestructura. Se afectarán 626,35 ha, que constituye el 1,65% del Área 1.

	CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Pérdida	de	la	calidad	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
visual				-1	1	0,8	10	1,65	-3,101

Impacto Cod. C16	Afectación de unidades y subunidades de paisaje
Acción generadora	Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación; Disposición de material de excavaciones.
Indicador	Superficie afectada
Subfactor	Unidades y subunidades de paisaje
Descrinción	

En la fase de construcción, se prevé que 1,65 % (626,34 ha) del territorio será impactado directamente por las obras resultantes del proyecto. Las unidades de paisaje más afectadas en porcentaje y área son las Colinas Escarpadas, con un área de impacto del 1,39% del área 1, lo que corresponde a la pérdida de esta unidad en 526 ha. Las pérdidas de Unidades de Paisaje son descritas en la siguiente tabla:

CAPÍTULO 8 EIAD\_IMPACTOS AMBIENTALES





Tabla C15-1. Descripción de los impactos ambientales. Afectación (perdida) Unidades de Paisaje

UNIDAD DE PAISAJE	DESCRIPCIÓN	ÁREA ha	Porcentaje
	Campamento	11,38	1,82%
Colinas Escarpadas	Escombrera	159,95	25,54%
Collias Escarpadas	Fuente Material	186,31	29,75%
	Sitio de Obra	180,02	28,74%
	Campamento	7,04	1,12%
Colinas Suaves	Escombrera	23,62	3,77%
Collias Suaves	Fuente Material	17,65	2,82%
	Sitio de Obra	11,82	1,89%
	Escombrera	3,91	0,62%
Corredor del Río	Fuente Material	1,21	0,19%
	Sitio de Obra	22,09	3,53%
Terrazas	Escombrera	1,33	0,21%
	TOTAL	626,33	100,00%

Al estudiar el paisaje de forma más pormenorizada, se advierte que la sub-unidad más afectadas es la de "vegetación (alterada), con una pérdida de 1,17%, correspondiente a 443,09 ha.

Tabla C15-2. Afectación (pérdida) Sub-Unidades de Paisaje

SUBUNIDAD	DESCRIPCIÓN	Area_ha	PORCENTAJE
	Campamento	9,86	1,57%
Agrapaguaria	Escombrera	81,05	12,94%
Agropecuario	Fuente Material	23,36	3,73%
	Sitio de Obra	38,65	6,17%
Urbano	Escombrera	3,12	0,50%
	Escombrera	1,55	0,25%
Valle Abierto	Fuente Material	0,94	0,15%
	Sitio de Obra	19,10	3,05%
	Escombrera	2,36	0,38%
Valle en V (Encañonado)	Fuente Material	0,27	0,04%
	Sitio de Obra	2,99	0,48%
	Campamento	8,56	1,37%
Vegetación Natural	Escombrera	100,74	16,08%
Alterada	Fuente Material	180,60	28,83%
	Sitio de Obra	153,19	24,46%
TOTALES		626,34	100%

Las Unidades de Paisaje más afectadas serán el corredor del río, en el área de construcción del dique y las áreas de terrazas y colinas, donde se ubicarán los campamentos, escombreras y bancos de roca. Aún que no sean de gran impacto, también un área reducida de colinas escarpada será impactada.

#### Criterios de calificación del impacto

El impacto estudiado es de Clase negativa pues hay una afección a las unidades de paisaje, la presencia es cierta, pues las actividades de construcción se van a dar, es de desarrollo Rápido, de duración Media por tratarse de la fase de construcción, y la Magnitud relativa Muy Baja por tratarse de un área que representa el 1,39% del área de estudio.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Afectación de unidades y	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
subunidades de paisaje	-1	1	0,8	5	1,39	-1,618





Impacto Cod. C17	Afectación a recursos escénicos
Acción generadora	Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación; Disposición de material de excavaciones.
Indicador	Número de recursos escénicos afectados
Subfactor	Recursos escénicos

### Descripción

En la fase de línea base se identificaron cuatro sitios catalogados como recursos escénicos:

- i. Confluencia del Río Paute con el Río Negro. Bella Unión
- ii. Confluencia del Río Upano con el Río Namangoza. Patuca
- iii. Río Yukiantza en la confluencia con el Río Namangoza
- iv. Corredor del Río Santiago entre la confluencia del Río Zamora y el Río Namangoza y hasta la ubicación de la presa G8

La construcción de la presa integrada en el sistema hidroeléctrico Santiago afectará dos los recursos escénicos identificados en el territorio. Estos son:

- (1) Río Yukiantza en la confluencia con el Río Namangoza, debido a escombreras y bancos de material localizados en esta zona.
- (2) Río Santiago entre la Unión y PHS, por las obras de construcción de la presa.

Gráfico C16-1. Ubicación de los recursos escénicos y de las obras previstas para la fase de construcción del P H Santiago



Fuente y elaborado por: ACOTECNIC. CÍA. LTDA.

REF: Apéndice Anexos de fichas de impactos. Paisaje. Anexo 3 Afectación a recursos escénicos Operación

Criterios de calificación del impacto:





El impacto estudiado es de Clase negativa pues hay una afección a las unidades de paisaje, la presencia es cierta, pues las actividades de construcción se van a dar, es de desarrollo Rápido, de duración Media por tratarse de la fase de construcción, y la Magnitud relativa Media por tratarse de un una afección al 50% pues se afecta a 2 de los 4 sitios con recursos escénicos levantados en la línea base.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Afectación	а	recursos	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
escénicos			-1	1	0,8	5	50	-4,30

## <u>Impactos sobre el componente biótico</u>

## Impactos sobre la flora silvestre

Impacto Cod. C18	Pérdida de vegetación natural y bosques nativos
Acción generadora:	Desbroce y limpieza
	Disposición de material excedente de excavaciones
Indicador:	ha de cobertura vegetal natural (bosque nativo, vegetación de ribera, bosque secundario)
Subfactor:	Riqueza y abundancia de las especies
Descripción:	

La pérdida de vegetación natural y bosques nativos está determinada por las actividades constructivas relacionadas con el desbroce y limpieza y la disposición del material excedente de excavaciones, las mismas que al eliminar la cubierta vegetal afectan la riqueza y abundancia de las especies vegetales allí presentes (Numeral 5.3.1.2.2 Flora Silvestre, Capítulo 5.3 Línea Base Área 1). La composición florística en el Área 1 según los estudios del EIAD, registra un total de 517 especies que corresponden a 83 familias y 257 géneros, lo que destaca una alta riqueza de especies y por ende una alta riqueza genética.

La cuantificación del impacto está determinada por las superficies de vegetación natural (bosque maduro 525,55 ha, Bosque ripario 11,84 ha y bosque secundario 7,40 ha), que serán sujetas de desbroce por efecto de ocupación de las obras, instalaciones y facilidades que requiere el proyecto, y que dan un total de 544,79 ha.

#### Criterios de calificación del impacto:

Su clase es negativa porque se elimina la vegetación natural.

Su presencia es cierta ya que las actividades que provocan este impacto no pueden obviarse, por lo tanto el impacto sobre la vegetación natural es inevitable.

Su desarrollo muy rápido ya que el impacto sobre la vegetación natural y bosques nativos se da en el mismo instante que se realicen las acciones de desbroce y limpieza así como la disposición de materiales excedentes de excavaciones en las escombreras.

Su duración del impacto en la actividad de desbroce y limpieza es permanente.

Su Magnitud relativa del impacto está determinada por la superficie total afectada (544,79 ha) en relación a la superficie de la cobertura vegetal natural del Área 1 (23.840,013 ha), lo que representa el 2,29 %.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Pérdida de vegetación	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
natural y bosques nativos	-1	1	0,7	10	2,29	-3,044





Impacto Cod. C19	Pérdida de individuos de especies vegetales endémicas
Acción generadora:	Desbroce y limpieza
	Disposición de material excedente de excavaciones
Indicador:	Número de individuos endémicos
Subfactor:	Especies endémicas
Descripción:	

Las actividades de desbroce y limpieza y disposición de material excedente de las excavaciones, pueden eliminar individuos de especies vegetales endémicas que fueron identificadas en el estudio de línea base. Referirse a Línea Base a la siguiente información:

TÍTULO	ITEM DE LÍNEA BASE
Gráfico. Curvas de representación de los índices de diversidad de calculados mediante el programa Estimate S.	Flora
Tabla. Familias con el mayor número de géneros y especies	Flora
Gráfico. Distribución de individuos por clase diamétrica y área basal.	Flora
Tabla. Especies de árboles determinadas como sensibles.	Inventario forestal
Tabla. Clases de cobertura vegetal del área de inundación	Inventario forestal
Tabla. Número de especies, diversidad, densidad y área basal registrada en 17 parcelas de 1000 m <sup>2</sup> en bosque maduro del área de inundación	Inventario forestal
Tabla. Especies endémicas y estado de conservación del Área 1	Flora
Fotografía. Especies endémicas: A. Cinchona aff. lucumifolia, B. Saurauia adenodonta C. Spirotheca rimbachii, D. Saurauia herthae	Inventario forestal

En la línea base ambiental de este proyecto, se identificaron 8 especies endémicas del Ecuador, lo que representa el 1,5% del total de especies registradas en el Área 1 (532). Este porcentaje está de acuerdo a los valores de endemismo reportados para la Amazonía; así, Valencia et al (1998), encontró 1 especie endémica por ha, midiendo individuos mayores a 0,01 m de diámetro.

Para la cuantificación del impacto se establecen las superficies en donde se registran individuos de especies endémicas; éstas son: bosque nativo: 23.030 ha y vegetación de ribera: 810,24 ha, con un total de 23.840,24 ha. Con esta información se calcula el porcentaje de afectación a los individuos de especies endémicas, considerando que se perderá un individuo de una especie endémica por ha.

# Criterios de calificación del impacto:

Clase: su clase es negativa ya que se eliminarán individuos de especies vegetales endémicas.

Presencia: su presencia es cierta ya que las actividades que generan el impacto no pueden obviarse.

<u>Desarrollo:</u> su desarrollo es muy rápido; el impacto sobre las especies endémicas que se encuentran en la vegetación natural y bosques nativos se da en el mismo instante que se realicen las actividades constructivas.

<u>Duración</u>: la duración del impacto será permanente.

<u>Magnitud relativa</u>: para su determinación se parte de que la vegetación nativa a ser desbrozada resulta de la sumatoria de las superficies utilizadas para campamentos, fuentes de materiales, obras e instalaciones de la central y escombreras, que dan un total de 544,79 ha, que en relación a la superficie de cobertura vegetal natural del Área 1 (23.840,24 ha), representan el 2,29 %, este valor está directamente relacionado con el número de individuos endémicos pues se pierde uno por cada hectárea afectada.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)							
Pérdida de individuos de especies endémicas	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се	
	-1	1	0,7	10	2,29	-3,069	





# Impactos sobre la fauna silvestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna

Impacto Cod. C20	Pérdida de hábitats naturales de fauna silvestre: mastofauna, avifauna, herpetofauna y entomofauna
Acción generadora	Desbroce y limpieza
Indicador	Porcentaje de pérdida de hábitats naturales
Subfactor	Composición y estructura de poblaciones de fauna silvestre: mastofauna, avifauna, herpetofauna y entomofauna
Descripción	

Las actividades de desbroce y limpieza que se llevarán a cabo durante la etapa de construcción provocarán una modificación en el ambiente natural que tendrá un efecto directo sobre la composición y estructura de los diferentes grupos de fauna terrestre presentes. La biodiversidad del territorio y el mantenimiento de los procesos ecológicos no es sólo resultado de la superficie cubierta por cada tipo de ecosistema, sino también de la forma en que se combinan en el espacio, de su grado de fragmentación y aislamiento. Características ecológicas del paisaje como la conectividad, la heterogeneidad o la fragmentación son determinantes en la riqueza biológica y el funcionamiento de los ecosistemas.

El área de afección por este impacto se evalúa de acuerdo al porcentaje de hábitats útiles para la fauna silvestre que se perderán o serán afectados por el desbroce, en relación a la superficie del Área 1, sumando un total de 592,71 ha que representan el 1,57 %. Dentro de estos hábitats se tomaron en cuenta:

- ✓ Misceláneo indiferenciado: 4,42 ha
- ✓ Pasto cultivado: 4,11 ha
- ✓ Pasto cultivado con presencia de árboles: 51,65 ha
- ✓ Vegetación arbórea húmeda medianamente alterada: 354,32 ha
- ✓ Vegetación arbórea húmeda muy alterada: 4,87 ha
- ✓ Vegetación arbórea húmeda no alterada: 158,76 ha
- ✓ Vegetación arbórea húmeda poco alterada: 1,91 ha
- ✓ Vegetación arbustiva húmeda medianamente alterada: 5,61 ha
- ✓ Vegetación arbustiva húmeda muy alterada: 7,06 ha

La alteración negativa en la composición de las comunidades faunísticas se produce principalmente por el hecho de que varias especies, en especial raras, amenazadas o endémicas, necesitan de hábitats más complejos con suficiencia de recursos para asegurar la persistencia de su especie (éxito reproductivo), su dispersión y colonización de hábitats; es decir, la pérdida del bosque da como resultado la disminución del tamaño efectivo de las poblaciones y sus condiciones reproductivas. La pérdida de hábitat provocará, en el mejor de los casos, una migración masiva de individuos, pero en otros poco móviles como las crías o especies de locomoción lenta, puede llegar a provocar la muerte.

En el caso de la **avifauna**, las modificaciones relacionadas con el cambio del uso de suelo, la implantación de estructuras y demás obras relacionadas, crearán alteraciones en la continuidad del paisaje que influirán negativamente en sus poblaciones, provocando la disminución de su diversidad, siendo notable en la zona del proyecto debido a la alta riqueza de especies existente. Varios estudios han demostrado que, aves que se han especializado en su alimentación así como varias especies del sotobosque, son incapaces de cruzar claros incluso pequeños (30 – 80 m de ancho) (Laurance *et al* 2011; Laurance *et al* 2004; Laurance *et al* 2000), perjudicando de esta manera las relaciones inter e intraespecíficas que forman parte de su dinámica poblacional, y de los ecosistemas en que habitan.

En el caso de los <u>micromamíferos no voladores</u>, la implantación de estructuras y la pérdida de hábitats tienen también un efecto perjudicial. Las comunidades de mamíferos pequeños no voladores utilizan varios elementos de heterogeneidad como madrigueras, tales como troncos, huecos, grietas, cúmulos de piedras, etc., por lo que las actividades de construcción provocarán su desplazamiento hacia zonas que los contengan. Varios grupos se verán afectados también debido a su poca capacidad de diseminación o vagilidad, tales como osos hormigueros y perezosos, así como pequeños mamíferos como ratones y zarigüeyas. Los <u>mamíferos medianos y grandes</u> también se verán afectados, aunque





indirectamente, principalmente por el desplazamiento de sus presas.

En el caso de la <u>herpetofauna</u>, el impacto es perjudicial para especies que se hallan en el bosque maduro o con requerimientos de hábitat especiales que se encuentran amenazadas. Los anfibios y reptiles poseen necesidades complejas de hábitats por lo que presentan un reto especial para su conservación. Las principales amenazas para la extinción y declive de especies de herpetofauna son la destrucción y la fragmentación de los hábitats naturales, ya que muchas especies no se adaptan a los cambios ambientales y perecen (Urbina-Cardona *et al* 2006; Young *et al* 2004). Con la pérdida y fragmentación de ecosistemas se eliminan hábitats y microhábitats que son utilizados por los anfibios y reptiles en diferentes períodos de su vida, especialmente los anfibios, que poseen especies que son completamente terrestres o acuáticas, aunque la mayoría utiliza los dos tipos de hábitats durante su ciclo de vida (Urbina-Cardona *et al* 2006; Young *et al* 2004, Laurance *et al* 2002).

La <u>entomofauna</u> es afectada por la pérdida de hábitats en la disminución a nivel de poblaciones y comunidades, debido al hecho de que, al estar ampliamente distribuida ecológicamente, está entrelazada en todos los niveles tróficos para microfauna, los cuales están ligados a la integridad de los (micro) hábitats. Dicha integridad está compuesta de la diversidad vegetal, la matriz de suelos y el conjunto de los microhábitats disponibles en el área, a más de la continuidad de hábitats, lo que garantiza poblaciones saludables de insectos por el mantenimiento de la conectividad y el intercambio de genes entre parches de hábitat (Gullan & Cranston 2014). La pérdida de hábitat es tanto física por la destrucción directa de la vegetación, como indirecta por la contaminación producida por residuos. Este impacto se verá reflejado tanto en la reducción del número de individuos como en la pérdida de la diversidad de especies, creando una depresión génica, el apareamiento entre líneas emparentadas de la misma especie que deteriora la salud genética de las poblaciones aisladas, causando la desaparición de las especies de bosque.

#### Criterios de calificación del impacto:

Clase: Negativa debido a que los efectos sobre el componente son adversos.

<u>Presencia:</u> Cierta ya que las actividades de desbroce y limpieza, y la consecuente pérdida de hábitat, son necesarios para la implantación de obras.

<u>Desarrollo:</u> Muy rápido porque el efecto de pérdida de hábitat es inmediato a las actividades de desbroce.

<u>Duración:</u> para este criterio se tomó en cuenta el hecho de que, si bien los sitios de algunas obras temporales serán rehabilitadas al terminar esta etapa, otras serán permanentes durante la vida del proyecto (p. ej. vía de acceso y campamento).

<u>Magnitud relativa:</u> para obtener el valor de este criterio se utilizó el porcentaje de hábitats útiles para la fauna silvestre terrestre que se verá afectado, en relación al Área 1. Valor de la Magnitud Relativa: 1,57%.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)							
Pérdida de hábitats naturales	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce	
de fauna silvestre	-1	1	1	7	1,57	-2,21	

Impacto Cod. C21	Perturbación de Hábitats de Fauna Silvestre Terrestre
Acción generadora	Operación y Mantenimiento de Maquinaria y Equipo
	Cortes nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación
	Pre-corte en la ladera
	Despalme y corte en laderas y formación de plataformas
	Uso y Manejo de Explosivos
	Generación y Disposición de Residuos:
	Sólidos Comunes(Domésticos)





	<ul> <li>Sólidos Especiales y Peligrosos</li> <li>Líquidos Especiales y Peligrosos</li> <li>Revestimiento y Pavimentación</li> <li>Disposición de Material Excedente de Excavaciones</li> </ul>
Indicador	Perturbación de Hábitats (ha), Interacciones y Procesos Ecológicos.
Subfactor	Composición y Estructura de Poblaciones.
Descripción	

Todas las actividades necesarias para la implantación de obras, vías y estructuras del proyecto dentro de la fase de construcción producirán perturbaciones hacia las comunidades de fauna silvestre. Tomando en cuenta que la perturbación de hábitat es considerada como la modificación de las condiciones normales para el cumplimiento del rol funcional de las especies de un ecosistema, se considera que los principales efectos a tomar en cuenta son el efecto de borde, el desplazamiento de especies, la alteración de interacciones, la contaminación acústica, así como la desestabilización de la cadena alimenticia.

Uno de los parámetros para evaluar la magnitud de este impacto es el porcentaje de ecosistemas útiles para la fauna que será perturbada, en relación al área 1, sumando un total de 728,95 ha y representando un 1,93 %. Dentro de estos ecosistemas se tomaron en cuenta:

- ✓ Misceláneo indiferenciado: 19,29 ha
- ✓ Pasto cultivado con presencia de árboles: 62,21 ha
- ✓ Vegetación arbórea húmeda medianamente alterada: 461,35 ha
- ✓ Vegetación arbórea húmeda muy alterada: 5,83 ha
- ✓ Vegetación arbórea húmeda no alterada: 133,61 ha
- Vegetación arbórea húmeda poco alterada: 33,27 ha
- ✓ Vegetación arbustiva húmeda medianamente alterada: 2,46 ha
- √ Vegetación arbustiva húmeda muy alterada: 10,92 ha

La fragmentación (discontinuidad) de los ecosistemas implica la creación de bordes que son el área más alterada de un fragmento, pudiendo este efecto propagarse varios cientos de metros al interior del bosque remanente, para el PHS se ha considerado un franja de perturbación de 250 metros, alrededor de las áreas de construcción que ya pueron consideradas en la pérdidad de hábitats, provocando la extinción o el desplazamiento de especies que no son tolerantes a la perturbación de su hábitat. Estas alteraciones producen nuevas condiciones ambientales, tanto dentro del bosque como fuera de él, a causa de la modificación de parámetros físicos como el viento, la temperatura y luz, entre otros, pudiendo estos cambios alterar el microclima del bosque adyacente y provocar variaciones drásticas en la dinámica de los ecosistemas.

Dentro de las aves, el cambio en las condiciones físicas cercanas a los bordes altera patrones ecológicos y de comportamiento, incluyendo el cortejo y la reproducción, así como la conducta de anidación, amenazando el potencial reproductivo de varias especies de una comunidad. El área de afección para este grupo de fauna se basa en los resultados de varios estudios que determinan que los efectos de la perturbación para las aves puede penetrar hasta 50 m hacia el interior del bosque remanente (Arroyave et al 2006; Laurance et al 2004; Laurance et al 2001; Seiler 2001; Laurance et al 2000). Algunos procesos indirectos también se ven afectados, tales como la herbivoría, la polinización y dispersión de semillas, la predación y competencia, lo cual involucra cambios en la interacción de las especies. Se ha observado además que la fragmentación de hábitats produce el abandono de nidos y por consiguiente el incremento en la predación de los mismos.

La contaminación acústica es otro efecto importante sobre la comunidad de aves. El ruido provocado por la maquinaria a utilizarse para las obras de construcción, y por el uso de explosivos, tendrá efectos





directos sobre las aves, produciendo su desplazamiento y perjudicando potencialmente su comunicación y éxito reproductivo (asociado a la pérdida o disminución del sentido de la audición), así como su capacidad de búsqueda de sitios para nidificar o alimentarse.

Dentro de los procesos que modifican los patrones espaciales y temporales de la composición de especies de mastofauna, (presencia o ausencia, abundancia absoluta o relativa, riqueza) las perturbaciones antrópicas actúan directamente sobre la estructura de las comunidades, además de modificar la dinámica y funcionamiento de los ecosistemas.

La mastofauna local comprende varios gremios alimenticios dentro de los cuales podemos encontrar a los herbívoros, que son parte importante de la cadena trófica. Este grupo comprende animales pequeños como ratones, hasta mesomamíferos como ardillas y guatusas. Tomando en cuenta la presencia de estos animales, las actividades de construcción afectarían directamente la obtención de recursos alimenticios para este grupo, obligándolos a buscar fuentes de alimento en otras zonas, afectando también de forma indirecta el gremio de animales carnívoros por el desplazamiento de sus presas.

En lo referente a la herpetofauna presente, algunas especies de anfibios y reptiles se benefician de los bordes de bosque (Urbina-Cardona *et al* 2006, Toral 2004, Toral *et al* 2002, Laurance *et al* 2002) mientras que las especies con requerimientos más exigentes como las hábitats maduros se ven seriamente afectadas (Urbina-Cardona *et al* 2006, Toral 2004, Toral *et al* 2002).

Estudios sobre los efectos que provocan los contaminantes en la herpetofauna tropical son escasos, sin embargo, por su biología, los anfibios son muy sensibles a cambios ambientales y a sustancias químicas en el ambiente (Reylea 2005 y 2004). Dichos químicos pueden causar deformidades en anfibios, otros pueden afectar el sistema nervioso central y otros alteran la producción de hormonas (Heyes *et al* 2006). En muchos casos, estos contaminantes provocan decline y disminución de las poblaciones de anfibios.

El agua excedente y residuos peligrosos contaminan ambientes acuáticos y terrestres cuando no son tratados adecuadamente, por lo que la herpetofauna de la zona se vería afectada, de manera especial los anfibios y de éstos, las especies que están asociadas a riachuelos, quebradas o ríos en donde habitan y se reproducen. Las aguas residuales provocan las muerte de los anfibios que son más sensibles, mientras que otras especies más resistentes no mueren inmediatamente, aunque si pueden sufrir cambios en sus procesos reproductivos y ecológicos (Reylea 2005 y 2004). Los materiales de excavación deben depositarse en sitios especiales destinados para esa actividad, caso contrario puede afectar seriamente a la herpetofauna de la zona específica en donde se depositan los desechos. Las especies que se encuentran en hábitats riparios son susceptibles a los daños en la vegetación de las riveras, cambios en la composición del agua, destrucción de sitios de puesta de huevos, perchas de canto, etc., todo esto provoca la muerte de individuos de algunas especies o el decline de sus poblaciones.

La respuesta de los diferentes grupos al efecto de borde difiere ampliamente. En el caso de los insectos, se ha llegado a reportar que las implicaciones de este efecto pueden penetrar hasta los 250 m al interior del bosque remanente, como en el caso de las mariposas (Brown & Hutchings 1997 en Laurance et al 2000), y hasta los 300 m en el caso de otros grupos de insectos (Arroyave et al 2006). Como en los otros grupos de fauna, varias procesos ecológicos se ven alterados por la creación de bordes, entre los que tenemos:

- Alteración de cadenas tróficas, cuando desaparecen especies sensibles que desempeñan funciones importantes, tales como predadores ápex (como Pachycondyla a nivel superficial y Amblyopone a nivel de pedofauna), polinizadores (como Hyposcada y Morpho) y consumidores primarios (como Mycocepurus y todas las larvas de lepidópteros). Su papel en la red trófica se pierde creando reacciones en cadena dentro de la misma, como incrementos y extinciones de otras especies que interactuaban con las anteriores.
- Aparición o incremento de especies generalistas u oportunistas, adaptadas a condiciones alteradas de hábitat, las cuales por exclusión competitiva dominan y desplazan a especies ya





presentes, o inestabilizan la pirámide trófica local al introducir nutrientes extra.

 Alteración de interacciones entre las especies (herbivoría, depredación, competencia) debido al hábitat disminuido, tanto por disminución del espacio físico disponible como de la disminución de los recursos creando extinciones entre las especies más especializadas y aumentos en la población de otras, las cuales aumentan a números de plaga, como puede verse en varias larvas de lepidópteros

En general, los ecosistemas están conformados por una compleja red de interacciones, así en mayor o menor medida, todas las especies dependen de otras para su supervivencia. Además, las interacciones entre insectos y plantas se ven modificadas, causando cascadas ecológicas resultantes en mayor empobrecimiento del hábitat (Dáttilo *et al* 2013).

Otro de los parámetros para evaluar el nivel de afección del impacto se refiere a las interacciones y procesos ecológicos que se verán alterados por las actividades del proyecto. Si tomamos en cuenta que dentro de la dinámica de los ecosistemas todos los procesos interactúan entre sí, tanto entre componentes bióticos como abióticos, y que la alteración o perturbación de uno de ellos tendrá efectos directos o indirectos en todos los demás, el porcentaje de afección para este parámetro es del 100%.

Los efectos e interacciones y procesos que se producirán y se verán afectados se citan a continuación.

#### Efectos:

- Desplazamiento de especies
- Cambios en la composición y estructura de poblaciones
- Reducción de poblaciones naturales
- Alteraciones en los parámetros de nacimiento, mortalidad y crecimiento de poblaciones
- Pérdidas en la variación genética
- Alteración de las interacciones bióticas
- Aislamiento de poblaciones
- Alteración de redes tróficas
- Mayor mortalidad de fauna cerca de los bordes
- Incremento en la ocurrencia de predación y parasitismo
- Limitaciones en los patrones de movilidad, dispersión y colonización
- Invasión de especies exóticas, generalistas u oportunistas

#### Interacciones y procesos ecológicos:

- Polinización
- Dispersión de semillas
- Depredación de semillas y plántulas
- Depredación y herbivoría
- Competencia
- Cortejo y éxito reproductivo
- Comunicación
- Flujos de energía
- Descomposición de materia orgánica
- Reciclaje de nutrientes

## Criterios para la Calificación del Impacto

<u>Clase:</u> Negativa debido a que los efectos sobre el componente son adversos.

<u>Presencia:</u> Cierta ya que las actividades de construcción se relacionan directamente con el impacto.

Desarrollo: Muy rápido porque el efecto de perturbación es inmediato a las actividades.

<u>Duración:</u> Larga. Para este criterio se tomó en cuenta el hecho de que, si bien los sitios de varias obras y estructuras serán rehabilitadas al terminar esta etapa, otras serán permanentes durante la vida del





proyecto (p. ej. vía de acceso y campamento).

<u>Magnitud Relativa:</u> Alta. Para obtener el valor de este criterio se utilizó una matriz de ponderación en la que se incluyeron dos parámetros: los ecosistemas útiles para la fauna que serán perturbados en relación al área 1, y las interacciones y procesos ecológicos que serán afectados.

Las interacciones entre especies y los procesos ecológicos de los ecosistemas son conceptos más cualitativos que cuantitativos, por lo que al momento de incluirlos en los análisis de impactos siempre se vuelven temas subjetivos. Sin embargo, la perturbación de hábitats afecta directamente a estas características de los ecosistemas, por lo que es fundamental reflejar su importancia. La utilización de la matriz de ponderación se basa en la necesidad de cuantificar estas variables para de esta manera poder establecer el Índice de Calificación Ecológica.

Las puntuaciones o valores de importancia (VI) dentro de la matriz de ponderación corresponden a una escala geométrica, de manera que cada variable es doblemente más importante que la inmediatamente inferior (West 1995 en Hernández et al 1999). El VI de cada variable se asignó de acuerdo a su nivel de afección en relación al impacto identificado, y principalmente por su importancia dentro de la dinámica de las poblaciones y ecosistemas. El valor ponderado (VP) resulta del producto entre el porcentaje y el VI.

 Tabla C20-1. Valores para ponderación

 Variable
 Porcentaje
 VI
 VP

 Área
 1,93
 1
 1,93

 Interacciones y Procesos
 100
 2
 200

3

201,93

El valor del promedio ponderado resulta de la relación entre la sumatoria de los valores ponderados y la de los valores de importancia. Este representa el parámetro de Magnitud Relativa. Valor de la Magnitud Relativa: 67,31 %.

Valor Calculado del Índice de Significancia	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
Perturbación de Hábitats	-1	1	1	7	67,31	6,81

## Impactos sobre la ictiofauna y componente planctónico

**TOTAL** 

Impacto	Afectación a peces
Cod. C22	
Acción generadora	Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación. Precorte en la ladera. Despalme y corte en laderas y formación de plataformas.
Indicador	Tramo fluvial afectado (km)
Subfactor	Poblaciones y comunidades de peces
Descripción	

La construcción de las ataguías, plataformas y caminos de acceso ocasionará el aumento de sólidos en suspensión en las aguas del río Santiago; las partículas sólidas que se generan en el proceso taponarán las agallas de los peces ocasionando su muerte y la pérdida del recurso cinegético. El efecto se producirá aguas abajo del sitio de la presa en el río Santiago, debido al arrastre del material suspendido originado por la construcción.

De otro lado, el proceso constructivo antes indicado, provocará la turbulencia de las aguas que perderán visibilidad biológica ocasionando un alejamiento de los peces en estos sitios de obra. En este caso, el agua desempeña el papel de vehículo del agente contaminante y no de ambiente ecológico alterado. El





arrastre de sedimentos enturbia el agua y destruye hábitats que sirven de desove y refugio para los peces.

De acuerdo al estudio realizado para la línea base, serán 29 especies que cruzan el tramo del sitio PHS que ascienden o bajan las que serán afectadas con los procesos de construcción de la barrera física. Apéndice 3.2.6 Registros Peces.

## Criterios de calificación del impacto:

La Presencia (Pr) de los efectos negativos sobre el recurso ictiológico tiene certeza de que se producirán; su Desarrollo (De) será muy rápido y progresivo mientras dure la fase de construcción, su Duración (Du) que es de 5 años es media. La magnitud relativa es muy baja, pues se afecta con este impacto en 23,79 kilómetros de río, tramo comprendido entre las obras de la escombrera EH en el sector de San Simón de Ipiakum y el río Coangos debido al material arrastrado por la corriente, comparado con los 331,42 km de longitud de ríos en el área 1. (7,18%)

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)							
Afectación a peces	ción a peces Clase Pr De Du Mr Ce						
	-1	1	1	7	7,18	-2,60	

Impacto Cod. C23	Afectación al plancton y perifiton
Acción generadora	Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación. Precorte en la ladera. Despalme y corte en laderas y formación de plataformas.
Indicador	Tramo fluvial afectado (km)
Subfactor	Poblaciones de plancton y perifiton
Descripción	

Por la dirección y fuerza del cauce del río los materiales usados o removidos en la construcción de la pantalla ocasionarán daños físicos en el fitoplancton, zooplancton y perifiton, desde el sitio PHS hacia aguas abajo.

El movimiento del sustrato del río y el desvío de su cauce ocasionarán el aumento de sólidos en suspensión, produciendo un efecto abrasivo y la destrucción del zooplancton como también del perifiton existente en el tramo de afectación.

Este efecto ocasiona además impactos sobre los peces, debido a que por el incremento de sólidos en el agua, se producirá un efecto abrasivo sobre el perifiton ocasionando la destrucción del tramado constituido por zooplancton y fitoplancton, y al no existir esta base de alimento para los peces Siluriformes y Carasiformes se producirá la ausencia de estos grupos de peces; este es un efecto en la cadena ecológica de la vida en el agua de río.

El efecto abrasivo de los sólidos en suspensión será en sitios rocosos, limosos y arenosos donde el perifiton y el plancton han logrado desarrollarse y comprende todos los orillares del río. Este efecto alterará la red ecológica compleja que tiene el río.

# Criterios de calificación del impacto:

El impacto es negativo debido a su carácter adverso. La presencia (Pr) del impacto es cierta debido a que toda construcción de pantalla genera material suspendido en el agua; tendrá un desarrollo (De) progresivo y lento, con una duración (Du) de 5 años de la etapa de construcción y una magnitud (Mr) magnitud relativa es muy baja, pues se afecta con este impacto en alrededor de 23,79 kilómetros de río entre la escombrera EH y el río Coangos debido al material arrastrado por la corriente, comparado con los 331,42 km de longitud de ríos en el área 1. (7,18%).





CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)									
Afectación	al	plancton	у	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
perifiton				-1	1,0	1	7	7,18	-2,60

## Impactos sobre los macroinvertebrados

Impacto Cod. C24	Pérdida y perturbación de hábitats de macroinvertebrados bentónicos
Acción generadora	Desbroce y limpieza.
	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo.
	Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación.
	Precorte en la ladera.
	Despalme y corte en laderas y formación de plataformas.
	Enrocamiento.
	Bombeo en exceso
	Generación y disposición de residuos líquidos comunes.
	Generación y disposición de residuos líquidos especiales y peligrosos.
Indicador	Tramo fluvial afectado (km)
Subfactor	Poblaciones de macroinvertebrados
Descripción	

El desbroce y limpieza de vegetación, la generación de cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación de las orillas o del cauce de río, precorte en la ladera, despalme y corte en laderas y formación de plataformas, bombeo en exceso así como la operación misma de la maquinaria y equipo necesario para realizar este trabajo, tendrá como consecuencia el aumento de sólidos en suspensión por la acción erosiva generada por estas actividades; ello producirá la sedimentación en el lecho del río, homogenizando el mosaico de microhábitats bentónicos y rellenando de sedimentos el medio intersticial, recubriendo todos los sustratos naturales (gravas, piedras y cantos rodados). Este medio afectado es fundamental para la mayoría de las especies de macroinvertebrados, ya que sirve como depósito seguro para sus huevos, además de refugio y criadero para sus diferentes estadios (larvarios y adultos).

Es necesario mencionar que realizar cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación, como el enrocamiento en el lecho del río para la construcción de ataguías, además de perturbar el hábitat lo modifica de tal manera que el resultante es una pérdida total de estas áreas para el establecimiento normal de macroinvertebrados acuáticos.

La generación y disposición de aguas residuales comunes, especiales y peligrosas, van a contribuir con el aumento de materia orgánica e inorgánica al río, los principales contaminantes orgánicos son proteínas, carbohidratos, aceites y grasas de origen animal además de fenoles, organoclorados y organofosforados, entre otros, lo que genera la pérdida de poblaciones de macroinvertebrados.

En su mayoría, las obras de construcción, las escombreras y canteras, se encuentran ubicadas en la margen izquierda del río Namangoza, el cual cuenta con una calidad Aceptable de agua (Índice BMWP), así como en el área misma de construcción de la cortina del proyecto, la cual se encuentra asentada en el río Santiago, aguas abajo de la confluencia de los ríos Namangoza y Zamora, en donde se tiene aguas de calidad que fluctúa entre Aceptable y Buena (índice BMWP). Estos trabajos generarán afección en aproximadamente 23,79 km de longitud de los mencionados cuerpos de agua.

# Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa y de presencia cierta, el desarrollo del impacto es muy rápido, y la duración del efecto es temporal, el factor determinante para valorar el impacto es la magnitud relativa es muy baja, pues se afecta con este impacto en alrededor de 23,79 kilómetros de río entre las obras para la escombrear EH y el río Coangos debido al material arrastrado por la corriente, comparado con los 331,42 km de longitud de ríos en el área 1. (7,18%).

	CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)					
Pérdida y perturbación de hábitats de	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
macroinvertebrados bentónicos	-1	1	1	7	7,18	-2,60





## Impactos sobre los ecosistemas naturales terrestres

Impacto: Cod. C25	Afectación a funciones ecológicas de los ecosistemas naturales terrestres
Acción generadora:	Desbroce y limpieza
	Disposición de material excedente de excavaciones
Indicador:	ha de ecosistemas naturales terrestres
Subfactor:	Funciones ecológicas; Bienes y servicios ambientales
Descripción:	

La afectación a funciones ecológicas de los ecosistemas terrestres debido a las actividades de desbroce, limpieza y la disposición del material excedente de excavaciones sobre superficies de bosques nativos, se relaciona con la afectación a los bosques nativos que se constituyen en los ecosistemas funcionales de gran importancia ecológica debido a los bienes y servicios ambientales que ellos proporcionan:

- . El bosque ripario a ser removido en el sitio de obras proporciona sombra, regula la temperatura del agua y la mantiene oxigenada; además, aporta alimentos para los organismos lóticos y tienen gran incidencia sobre la forma del cauce del río y controlan la erosión lateral del mismo.
- . Asimismo, la vegetación de ribera constituye un filtro verde que retiene nutrientes y partículas sólidas que provienen de la erosión o de su propia escorrentía, mejorando notablemente la calidad del agua en los ríos. Esta vegetación además, conecta zonas espacialmente alejadas constituyendo corredores ecológicos.
- . Bajo este mismo contexto, la disposición de material excedente de excavaciones altera el ecosistema natural en los sitios destinados a esta actividad al reemplazar el sustrato natural por suelo estéril y movedizo, creando un sustrato que dificulta el establecimiento y desarrollo de las plantas.
- . Finalmente, cualquier actividad que altere la vegetación propia del lugar afectará a los organismos que dependen del bosque para su supervivencia, los cuales nos proveen de 4 tipos diferentes de servicios ambientales, que fueron tratados en detalle en el diagnóstico del área 1, siendo estos: 1. Servicios de aprovisionamiento, 2. Servicios de regulación, 3. Servicios culturales y 4. Servicios esenciales.

Para valorar este impacto se tomó en cuenta la presencia de vegetación nativa en donde se dan los procesos ecológicos mencionados anteriormente como son: bosque nativo (23.030 ha) y vegetación de ribera (810,24 ha); que suman un total de 23.840,013 ha.

#### Criterios de calificación del impacto:

<u>Clase:</u> la clase es negativa porque elimina los ecosistemas naturales, afectando los procesos y funciones de la vegetación.

Presencia: su presencia es cierta ya que las actividades que provocan este impacto no pueden obviarse.

<u>Desarrollo:</u> su desarrollo muy rápido ya que el impacto sobre los hábitats naturales se da en el mismo instante que se realice las actividades constructivas.

Duración: la duración del impacto por estas actividades es permanente.

<u>Magnitud relativa</u>: se estableció mediante el cruce entre el área afectada por las actividades antes citadas que sumadas dan un total de 544,79 ha y el área de vegetación nativa del Área 1 (23.840,013 ha), lo que representa un porcentaje de afectación de 2,29 %.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Afectación a funciones	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
ecológicas	-1	1	0,8	10	2,29	-3,13

Impacto	Reducción de servicios ambientales de regulación de gases (secuestro de
Cod. C26	carbono)





Acción generadora	Desbroce y limpieza			
Indicador	Porcentaje de pérdida de bosque maduro (ha)			
Subfactor	Captura y fijación de carbono ( C)			

#### Descripción

Las actividades de desbroce y limpieza que se llevarán a cabo en la etapa de construcción, provocarán una reducción de la cobertura boscosa que tendrá un efecto directo sobre las funciones que estos desarrollan en relación a la captura de carbono (C).

Este proceso se da en los ecosistemas boscosos a través del intercambio de carbono con la atmósfera mediante la fotosíntesis y la respiración, lo que se traduce en un almacenamiento que se da tanto en la biomasa como en el suelo. Un adecuado manejo de los bosques y la preservación de bosques nativos pueden llevar a la acumulación de grandes cantidades de C, una estrategia fundamental en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y la regulación del clima.

Los ecosistemas terrestres y el suelo son depósitos considerables de carbono C. Entre estos, los ecosistemas tropicales merecen un enfoque especial debido a su capacidad de almacenar y fijar el carbono emitido a la atmósfera, al ser ecosistemas complejos, generan un mayor porcentaje de biomasa reflejando altos volúmenes de captura , debido entre otras cosas a su rápido ritmo de sucesión. Para la zona del proyecto del inventario forestal se estimó una capacidad de fijación de carbón del bosque de 171, 05 t/ha.

El área de afección se evaluó de acuerdo al porcentaje de cobertura de bosque maduro que se perderá por las actividades mencionadas en relación al Área 1, sumando un total de 544,79 ha y representando un 1,44 %, en relación al área 1.

## Criterios de calificación del impacto

<u>Clase:</u> Negativa debido a que los efectos son adversos.

<u>Presencia:</u> Cierta ya que las actividades de desbroce y la pérdida de cobertura boscosa son necesarias para la implantación de obras.

<u>Desarrollo:</u> Muy rápido porque el efecto de pérdida de cobertura boscosa es inmediato a las actividades de desbroce.

<u>Duración:</u> Permanente tomando en cuenta que el análisis se realiza en relación a la cobertura de bosque maduro.

<u>Magnitud Relativa:</u> Para obtener el valor de este criterio se utilizó el porcentaje de cobertura de bosque maduro que se perderá en relación al área 1 del proyecto.

Valor de la Magnitud Relativa: 1,44 %.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Reducción de servicios	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
ambientales de regulación de	4			40	4.44	0.40
gases	-1	1	1	10	1,44	-3,10

# Impactos sobre los ecosistemas naturales acuáticos

Impacto Cod. C27	Afectación a procesos ecológicos en ecosistemas acuáticos
Acción generadora	Construcción de la pantalla
	Túneles de desvío.
Indicador	Tramo de afectación fluvial (km)
Subfactor	Procesos ecológicos acuáticos
Descripción	





Los siguientes impactos sobre procesos ecológicos en los ecosistemas acuáticos se prevé como consecuencia de las actividades constructivas arriba señaladas como acciones generadoras del impacto:

- . El movimiento del sustrato del río y el desvío del cauce para la construcción de ataguías vías de acceso y plataforma de entrada de túneles de desvío, ocasionarán la turbulencia del agua con aumento de sólidos en suspensión y pérdida de oxígeno, generando un nuevo hábitat acuático y ocasionando la alteración de la cadena alimenticia, desde los productores como es el fitoplancton y los consumidores como los peces (cadena trófica).
- . Las altas concentraciones de partículas inorgánicas afectarán el régimen de luz subacuático, de manera que la transparencia disminuirá al igual que los efectos de la depredación visual de los peces alterándose esta actividad biológica, que le permite al pez buscar alimentación (Roldan.G.2008).
- . La construcción de la ataguía y el desvío del agua por túneles, se constituirán en un obstáculo físico que romperá la estructura de un río continuo, afectando las rutas migratorias de 14 especies de peces identificadas hasta la fecha, (Ítem Ictiofauna del Capítulo 5.3 Línea Base Área 1 de este documento) y que en aguas altas, ascienden desde el Perú, para desovar en las partes altas de la cuenca hidrográfica; estos peces al no poder ascender aguas arriba del sitio de obras sufrirán un stress sexual que ocasionará que las hembras arrojen sus óvulos en sitios torrentosos donde será imposible su fecundación.

Igual situación se presenta con los peces que descienden desde las partes altas, los mismos que si bien podrán cruzar el sitio de obras a través de los túneles de desvío, no podrán cumplir el proceso de regreso.

Los procesos ecológicos serán afectados en toda la longitud de los drenajes que se encuentran en el área 1 desde pues la ataguía y el túnel de desvío, se convertirán en barreras infranqueables para los peces, sobre todo para movilizarse aguas arriba en el río Santiago, lo que interrumpirá los procesos normales de las especies de peces que transitan en toda la longitud de estos ríos y de las que están relacionadas con estas. Este impacto por tanto, se extiende desde el sitio de obras de la ataguía, en toda la longitud aguas arriba.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa pues afectará el hábitat de los peces, en cuanto a su presencia es cierta, este impacto se producirá con certeza (Pr), el desarrollo (De) será muy rápido al iniciarse la construcción de la ataguía, y durará (Du) el tiempo de la construcción por lo que es Duración Media, su magnitud (Mr) será muy alta debido a los espacios migratorios, su ciclo vital de engorde, madurez sexual y reproductividad se verán afectados que presentan los peces en toda el área 1, se verán afectados son 270,97 km que representan un 81,76% de la longitud total del los ríos del área 1 (331,42 km).

			CALIFICA	CION ECO	_OGICA (Ce	)		
Afectación	а	procesos	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
ecológicos acuáticos	en	ecosistemas	-1	1,0	1	4	81,76	-6,92

# Impactos sobre el componente socioeconómico y cultural

## Impactos sobre el uso del territorio

Impacto Cod. C28	Cambios en el uso de suelo
Acción generadora	Desbroce y limpieza





	Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación Precorte en la ladera
	Despalme y corte en laderas y formación de plataformas Revestimiento y pavimentación Disposición de material excedente de excavaciones
Indicador	Porcentaje de superficie afectada
Subfactor	Usos del suelo

## Descripción

El uso el suelo se refiere a la utilización de las tierras en el sector rural del país; así se tienen: cultivos permanentes, cultivos transitorios y barbecho, descanso, pastos cultivados, pastos naturales y bosques, etc. El impacto "cambio del uso del suelo" consiste en la transformación antrópica de superficies naturales y de uso agropecuaria a superficies ocupadas por las obras civiles para el emplazamiento del PHS.

Actualmente el sitio donde se desarrollarán las obras de construcción del PHS, está ocupado por bosques naturales, pastos, misceláneos; por lo tanto, las actividades de construcción van a tener efectos directos en el uso actual del suelo, ya que se requiere remover la vegetación de manera que se consiga un área apta para emplazar las obras civiles del proyecto, sean temporales o permanentes.

En las actividades de desbroce, limpieza, cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos, compactación, etc., necesarias para la construcción de obras del PHS, se afectará a un superficie es de 626,35 ha, de las cuales 18,42 ha están destinadas a la implementación de campamentos, 188,85 ha para escombreras, 205,17 ha para fuentes de materiales y 213,91 ha para las zona de obras. Cabe aclarar que el Área 1 comprende una superficie de 37.864,12 ha, frente a la cual el área de construcción de obras representa el 1,65%.

El uso actual del suelo donde se realizarán las obras civiles sin tomar en cuenta el área ocupada por cuerpos de agua, bancos de arena e infraestructura, está distribuido así: 55,76 ha de pastos (cultivado y con presencia de árboles), 519,86 ha de bosques, 12,67 de vegetación arbustiva, 4,42 ha con misceláneo indiferenciado.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa, pues implica la afectación o modificación del uso actual de suelo, que conlleva a la disminución de áreas de pastizales para la crianza de ganado vacuno, explotación selectiva de especies maderables y extracción de plantas medicinales para uso interno.

El impacto es de presencia cierta debido a que es una condición necesaria por el requerimiento de liberar la zona para la construcción del PHS; su desarrollo será muy rápido porque la remoción de la cobertura vegetal es inmediata. La duración será permanente porque el nuevo uso del suelo permanecerá por un plazo mayor a 10 años. El impacto es de magnitud relativa muy baja porque el área de construcción representa el 1.65% del Área 1.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Cambios en el uso de suelo	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
	-1	1	1	10	1,65	-3,12

Impacto Cod. C29	Afectación a la propiedad
Acción generadora	Liberación de terrenos
Indicador	Porcentaje de superficie afectada
Subfactor	Propiedad en sus formas privada, comunitaria, estatal, asociativa, cooperativa y mixta.





## Descripción

El impacto el impacto se refiere la afectación de bienes (incluye terrenos, viviendas, cercas y cerramientos) por parte del Estado, para la implementación del proyecto. Con la adquisición por parte del Estado, de los predios que actualmente tienen propiedad privada, comunitaria, estatal, asociativa, cooperativa y mixta pasarán a ser propiedad pública.

Para la construcción de la obra del PHS, como primera actividad se requiere la liberación de terrenos mediante la correspondiente adquisición de los mismos. Según la información catastral levantada para el PHS, el área total a ser intervenida es de 3.890,23 ha; 950,94 ha pertenecen al área de construcción y 2.939,29 ha serán destinadas para la zona de embalse. Según los resultados de la Ficha Catastral se ha cuantificado un total de 313 propietarios, 334 predios afectados y 74 edificaciones (bloques) que deberán ser adquiridas. *Ver Informe de avalúos y catastros, PHS, 2015.* 

En cuanto a la línea de alimentación eléctrica, los predios a ser afectados por un paso de servidumbre donde se restringirán los usos pero no se retirará la propiedad de los mismos son 71 predios con un área afectada de 51,09 ha, detalle que se puede visualizar en el Apéndice 7.3.2 Afectados LT.

## Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa porque genera cambios en la propiedad del suelo. Es de presencia cierta porque previo a la actividad constructiva se requiere liberar la zona. Su desarrollo es muy rápido porque se requiere cumplir con un cronograma a corto plazo y evitar conflictos territoriales. Su duración es permanente pues una vez adquiridas las propiedades pasarán de forma permanente a ser públicas. La magnitud relativa es muy baja ya se afecta un total de 3.941,32 ha que representan el 10,27% de la superficie total del Área 1.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Afectación a la propiedad	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
	-1	1	1	10	10,41	-3,73

Impacto Cod. C30	Pérdida de áreas agropecuarias productivas
Acción generadora	Liberación de terrenos
	Desbroce y limpieza
	Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación
	Revestimiento y pavimentación
	Disposición de material excedente de excavaciones
Indicador	Porcentaje de superficie afectada
Subfactor	Áreas agropecuarias productivas
Decerinalis	

## Descripción

Se conoce como área agropecuaria a la superficie de terreno destinada a la producción principalmente de alimentos, a partir del cultivo y la ganadería.

El impacto se refiere a la pérdida de superficie y por ende de producción agropecuaria en las áreas a ser destinadas al emplazamiento de las obras del proyecto.

La superficie actual donde se emplazarán las obras comprende áreas de producción agropecuaria destinadas al consumo interno, las mismas que se perderán debido a las actividades de: liberación de terrenos, desbroce y limpieza, corte, nivelaciones, relleno y compactación, excavaciones, revestimiento y pavimentación y la disposición de material excedente de excavaciones.

#### Pérdida de áreas agropecuarias:

El Área 1 la conforman 37.864,12 ha, de las cuales el 16,83% son áreas agroproductivas (6.370,80 ha).





Del total de áreas productivas, el 98, 38% (6.267,68 ha) son pastos y el 1,62% (103,12 ha) son cultivos.

Para la construcción se requiere un total de 626,35 ha, de las cuales 55,76 ha son pastizales y el resto bosques, misceláneos, cuerpos de agua, eriales e infraestructura. Las actividades de liberación de terrenos, desbroce y limpieza, corte, nivelaciones, relleno y compactación, excavaciones, revestimiento y pavimentación y la disposición de material excedente de excavaciones en la fase de construcción del PHS, causaría la pérdida de 55,76 ha de pastos que representan el 0,89% de la superficie de pastizales del Área 1. Como resultado de las actividades citadas anteriormente se reduciría la superficie de pastos.

## Criterios de calificación del impacto:

Este impacto es de clase negativa debido a que la población que utiliza los pastos deberá buscar otras superficies para la alimentación del ganado vacuno. Es de presencia cierta debido a que la superficie debe ser liberada obligatoriamente para emplazar las obras. El impacto tendrá un desarrollo muy rápido debido a que los propietarios cesarán en forma inmediata sus actividades una vez que los terrenos pasen a ser de dominio del PHS. Es de duración permanente debido a que los terrenos serán utilizados desde la construcción en adelante. Es de magnitud relativa muy baja debido a que la superficie afectada representa el 0,89 % del total de áreas de pasto en el Área 1.

	CALIF	ICACION ECC	DLOGICA (Ce)			
Pérdida de áreas agropecuaria productivas	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
	-1	1	1	10	0,89	-3,062

Impacto Cod. C31	Reasentamiento de la población
Acción generadora	Liberación de terrenos
Indicador	Porcentaje de habitantes reasentados
Subfactor	Áreas urbanas o asentamientos poblacionales
Descripción	

Los proyectos de gran envergadura conllevan, en general, procesos de reasentamiento en la población; es decir, a causa de la construcción de las obras, algunas familias y sus viviendas se ven afectadas por ellas y deben trasladarse a otros sitios. El desplazamiento es un impacto negativo debido a que genera rupturas repentinas en la vida cotidiana de los asentamientos rurales dispersos que han entablado redes sociales de producción, parentesco, organizacionales y culturales, entre si y con respecto al resto de asentamientos de la zona.

En el caso del PHS, CELEC EP ha ejecutado un proceso continuo de comunicación y trabajo participativo con todas las comunidades que se encuentran en el área 1 del PHS y de manera especial con las dos comunidades a ser reasentadas, esto es, las comunidades de Yuquianza y La Unión, en donde se ha desarrollado un programa de comunicación acerca del alcance del reasentamiento y se ha levantado información primaria con cada una de las familias, analizando en conjunto con la población las alternativas económicas que suplantarían la pérdida de sus ingresos económicos.

Dentro del área 1 habitan aproximadamente 12.031 personas; de este total, se reubicarán el 2,07%, esto es, 250 personas residentes en los dos asentamientos: La Unión y Yuquianza.

Comunidades	Х	Υ
Yuquianza	0808174	9669510
La Unión	0808596	9667989

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es negativo ya que se tendrán que relocalizar a 250 personas aproximadamente, esto significará la modificación de la vida cotidiana de las familias ahí ubicadas, tiene una presencia cierta pues se encuentra ya definido el reasentamiento de las comunidades La Unión y Yuquianza por los





requerimientos del proyecto. El desarrollo es muy rápido porque se tendrán que reubicar a las familias incluso antes de la construcción, la duración permanente, en virtud de que el cambio de residencia será definitivo y una magnitud relativa muy baja pues la afectación incide en el 2,07 % (250 personas) del total de la población del área 1.

·			CALIF	ICACION EC	DLOGICA (Ce)			
Reasentamiento	de	la	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
población			-1	1	1	10	2,07	-3,145

Impacto Cod. C32	Afectación a áreas de concesión minera
Acción generadora	Liberación de terrenos
Indicador	Porcentaje de concesiones
Subfactor	Minas y canteras
D	

#### Descripción

Según la Ley de Minería del Estado Ecuatoriano, Art. 30 se conoce como Concesiones mineras.- El Estado podrá excepcionalmente delegar la participación en el sector minero a través de las concesiones. La concesión minera es un acto administrativo que otorga un título minero, sobre el cual el titular tiene un derecho personal, que es transferible previa la calificación obligatoria de la idoneidad del cesionario de los derechos mineros por parte del Ministerio Sectorial, y sobre éste se podrán establecer prendas, cesiones en garantía y otras garantías previstas en las leyes, de acuerdo con las prescripciones y requisitos contemplados en la presente ley y su reglamento general.

El impacto a las áreas de concesión minera se refiere a la pérdida de la superficie concesionada al declararse áreas de utilidad pública para efectos del emplazamiento del proyecto.

Según la línea de base, dentro del Área 1 se identifican 13 concesiones mineras a gran escala, con una superficie total concesionada de 1.755 ha, de las cuales 3 concesiones de áridos que cubren una superficie de 122 ha, se verán afectadas en el área del embalse. Las 3 concesiones afectadas representan el 23,07% del total de concesiones del Área 1.

A continuación se describen las concesiones afectadas:

Со	Superficie ha	
102701	Áridos del Río Paute	36
102813	Chupianza	37
102021	Nungachu	49
	Total ha	122

El impacto es de clase negativa ya que disminuirá los ingresos por extracción minera. Es de presencia cierta debido a que es una condición básica declarar área de utilidad pública las superficies concesionadas. El desarrollo es muy rápido porque el proceso legal que iniciará CELEC EP es una condición previa para el inicio de la construcción. La duración es permanente porque las áreas mineras declaradas de utilidad pública son irreversibles. La magnitud es baja pues se afectará el 23,07 % del total de concesiones que se encuentran dentro del Área 1.

				CALIF	ICACION ECO	LOGICA (Ce)			
Afectación	а	áreas	de	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
concesión m	inera			-1	1	1	10	23,07	-4,615





## Impactos sobre la vida cotidiana

Impacto Cod. C33	Alteración a la seguridad ciudadana en la zona del proyecto
Acción generadora	Contratación de mano de obra
Indicador	Número de delitos (casos)
Subfactor	Vida cotidiana
Descripción	

La seguridad ciudadana se refiere al derecho del ciudadano de desenvolver su vida cotidiana con el menor posible de amenazas a su integridad personal, sus derechos cívicos y el goce de sus bienes. Según el Art. 1 de la Constitución, Ecuador es un Estado cuyo fin fundamental es la protección y la garantía de los derechos de sus ciudadanos. El artículo 3, numeral 8, dice que uno de los fines del Estado es garantizar a sus habitantes el derecho a una cultura de paz y seguridad integral. Por esta razón, el acceso a una la vida en un entorno libre de amenazas, violencia y temor son bienes públicos fundamentales para alcanzar el desarrollo integral de las personas. En el Art. 66, literal b), se expone que los ciudadanos tienen derecho a una vida libre de violencia en el ámbito público y privado. La alteración a la seguridad ciudadana consiste en el incremento de los delitos de la delincuencia común, organizada y transnacional, la violencia intrafamiliar, violencia interpersonal y en general, el deterioro de la convivencia ciudadana.

Con la llegada de población flotante al área del proyecto, se producirá en la zona una demanda insatisfecha de bienes y servicios, ligada a que generalmente una parte de la población inmigrante proviene de círculos de pobreza, exclusión y violencia, situación que producirá delitos que se traducen en círculos de violencia.

Como delitos se consideraron actos penales y adolescentes, flagrantes y no flagrantes y se puede citar entre los principales a los siguientes: robo simple, hurto simple, violación, intimidación con orden y condición verbal, abuso sexual, hurto de ganado, tentativa de homicidio, acoso sexual, entre otros.

De acuerdo con Fiscalía Distrital de Morona Santiago el número de delitos registrados en los cantones de Limón Indanza, Santiago de Méndez y Tiwintza para el año 2013 fue de 187 casos. Sobre lo anterior, se infiere que para el Área 1 del PHS, al año 2013 se presentaron 85 delitos de diferente clase. Con la construcción del proyecto se plantea un escenario de un incremento del 50% del número de delitos por año, lo que significaría la incidencia de 127 por año.

## Criterios de calificación del impacto:

Este impacto es negativo porque prevé un incremento en los círculos de violencia. La presencia es probable ya el impacto dependerá del número de población flotante que inmigre a la zona y presencia de medidas de prevención y asistencia inmediata por parte del Ministerio del Interior, en casos de presentar hechos delictivos. El desarrollo es lento porque en forma paulatina se producirá el arribo de población flotante y con ella el aparecimiento de individuos o grupos delictivos. La duración es media ya que el impacto perdurará durante toda la etapa de construcción del proyecto. La magnitud relativa es media ya que existiría un incremento del 50% de casos o delitos por año.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Alteración de la vida cotidiana en la zona del proyecto	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
	-1	0,6	0,3	5	50	-1,530

## Impactos sobre la población

Impacto	Crecimiento desordenado de la población
Cod. C34	





Acción generadora	Contratación de mano de obra			
Indicador	Tasa de crecimiento poblacional			
Subfactor	Población			
Descrinción				

El crecimiento desordenado de la población está relacionado al incremento acelerado en el número de habitantes de un territorio determinado, utilizando el suelo de formas no compatibles con el uso residencial. Es producto del crecimiento propio de una población (natalidad, mortalidad) y a la llegada de población flotante (migración) atraída por la generación de fuentes de empleo en la construcción de la obra.

La implementación del proyecto requerirá contratar mano de obra, generando un fenómeno migratorio hacia las zonas cercanas al proyecto, cuya finalidad es captar un puesto de trabajo o generar servicios conexos. Con la construcción PHS, se estima que 2 cabeceras cantonales (Méndez y Tiwintza), 1 cabecera parroquial (Patuca) y 12 comunidades (Bella Unión, San Simón, Piankas, Quimius, Yuquianza, Kushapuk, Yapapas, Tayunts, Palomino, Suritiak, Kiim y Waje) experimentarán crecimiento demográfico por demanda de bienes y servicios; además estas poblaciones se encuentran ubicadas en los corredores viales que conducen al proyecto.

El impacto es importante debido a que se incrementará las tasas de crecimiento demográfico y con ello la ubicación de población en lugares con poca o nula planificación territorial. La tasa intercensal provincial 2001-2010 es 2,76 mientras que las tasas demográficas de los cantones Limón Indanza y Méndez son negativas o inferiores a 1.

En base a estos datos, se ha formulado la siguiente hipótesis de Crecimiento Alto, hasta el año 2022 con proyecto: La población de las localidades arriba señaladas experimentarán una tasa de crecimiento igual a la provincial (2,76), básicamente debido al factor inmigratorio atraído por la construcción de PHS. Por lo tanto, la población con proyecto el año 2022 será de 14.075 habitantes.

Proyecciones de población del Área 1, con proyecto y sin proyecto.

Al	REA 1 CON	PROYECTO	AREA 1 SIN PROYECTO			
AÑO	HOMBR	MUJERES	TOTA	HOMBR	MUJER	TOTAL
	ES		L	ES	ES	
AÑO 2014	5.869	6.162	12.031	5.869	6.162	12.031
AÑO 2015	5.906	6.201	12.107	5.906	6.201	12.107
AÑO 2016	5.943	6.240	12.184	5.943	6.240	12.184
AÑO 2017	5.981	6.280	12.261	5.981	6.280	12.261
AÑO 2018	6.148	6.455	12.604	6.019	6.319	12.338
AÑO 2019	6.320	6.636	12.956	6.057	6.359	12.416
AÑO 2020	6.497	6.822	13.319	6.095	6.399	12.494
AÑO 2021	6.679	7.012	13.691	6.134	6.440	12.573
AÑO 2022	6.866	7.209	14.075	6.172	6.480	12.653

# Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa porque involucra un aumento desorganizado en el número de habitantes. Es de presencia cierta ya que llegarán personas externas a la zona por motivos de trabajo, además de que se presentará crecimiento poblacional propio de todos los territorios, su desarrollo será rápido pues las personas llegarán conforme se incremente la demanda de bienes y servicios. La duración será media porque la población flotante permanecerá mientras dure la construcción y de magnitud relativa muy alta porque la tasa de crecimiento adoptada como hipótesis es 2,76 (tasa provincial) es un indicador superior en un 100%, a las tasas de crecimiento de los cantones de Méndez, Limón Indanza y Tiwintza que son inferiores a 1.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)										
Crecimiento desordenado	poblacional	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се			
		-1	1	0,7	5	100	-6,400			





## Impactos sobre la economía

Impacto Cod. C35	Disminución de desempleo
Acción generadora	Contratación de mano de obra
Indicador	Tasa de desempleo
Subfactor	Empleo

#### Descripción

El desempleo se refiere al número de personas de 10 años y más que están desocupadas. Por desocupados se entiende a las personas de 10 años y más, que durante el período de medición (la última semana, julio 2014) no tenían empleo y estaban disponibles para trabajar. Abarca tanto a aquellos trabajadores/as que se quedaron sin empleo por despido o renuncia (cesantes), cuanto a quienes se incorporan por primera vez al mercado de trabajo (trabajadores nuevos). El impacto "disminución del desempleo" comprende la contratación de mano de obra local directa por parte de los contratistas de la obra, que cubriría la cantidad de desempleados en la zona.

Para la construcción se requiere la contratación de empleo directo que se encargará de realizar todas las actividades contempladas en la construcción del proyecto (frentes de obra, campamentos y anexas, etc.).

En la etapa de construcción se estima ofertar 5000 plazas de empleo directo durante todo el tiempo que dure la construcción de la obra. Dentro del área de influencia es posible captar personas que cubran las plazas de empleo directo, contribuyendo así a disminuir la tasa de desempleo, que según el Banco Central del Ecuador, en su publicación virtual de Indicadores Económicos a diciembre del 2014, se ubica en el 4,54.

En el Área 1 aproximadamente habitan de 12.031 personas, de las cuales se estima que existen 4.215 personas comprendidas entre las edades de 20 a 49 años (Población en Edad de Trabajar), de ésta fracción, 2.605 se encuentran económicamente activas (PEA) y 1.610 son personas son económicamente inactivas (PEI que realizan quehaceres doméstico, rentistas, estudiantes y desempleados). Se estima que 73 personas están desempleadas (con una tasa oficial de desempleo 4,54), y sería ésta la población objetivo la que se incorporaría en calidad de mano de obra para la construcción de la hidroeléctrica.

# Criterios de calificación del impacto:

El impacto es positivo porque existirá una disminución de la tasa de desempleo. Es de presencia cierta ya que como política se exige que las obras de Estado contraten mano de obra local. El desarrollo del impacto es muy rápido ya que se requiere mano de obra desde el inicio de la construcción. Es de duración media porque la contratación de mano de obra es igual al tiempo de construcción de la obra. Es de magnitud relativa muy alta debido a que los beneficios de contratación superan a la población que se encuentra desempleada, que es de 76 personas.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)							
Disminución de desempleo	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се	
	1	1	1	5	100	8,500	

Impacto Cod. C36	Eliminación de fuentes de empleo
Acción generadora	Contratación de personal y servicios
Indicador	Número de desempleados de la población local





Subfactor	Empleo
Descripción	

El empleo se lo define como la acción de generar trabajo que puede ser desempeñado por personas de cualquier sexo y mayor de 10 años a fin de producir bienes o prestar servicios para el consumo de terceros a cambio de una remuneración económica. Las fuentes de empleo pueden ser públicas o privadas. Por desempleados se entiende a las personas de 10 años y más, que durante el período de medición (la última semana) no tenían empleo y estaban disponibles para trabajar. Abarca tanto a aquellos trabajadores/as que se quedaron sin empleo por despido o renuncia (cesantes), cuanto a quienes se incorporan por primera vez al mercado de trabajo (trabajadores nuevos). El impacto "Reducción de fuentes de empleo" consiste en el cese de la contratación de mano de obra local directa por parte de los contratistas en la fase constructiva debido a que una vez que entra en funcionamiento la represa se requiere solamente la contratación de mano de obra especializada para realizar operación, mantenimiento y servicios.

Por lo anterior, las 73 personas, que se incorporaron al trabajo en la etapa constructiva; al cesar las actividades, el mismo número de trabajadores perderían su empleo.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es negativo porque los trabajadores quedarán desempleados. Es de presencia cierta porque cesará la contratación de mano de obra local. El desarrollo del impacto es muy rápido apenas inicie la fase de operación se liquidará a la mano de obra local contratada para construcción. Es de duración permanente porque en toda la fase operativa no se requiere de contratación masiva de personal local. Es de magnitud relativa muy alta debido a que los efectos negativos del cese de contratación afectarán al total de los pobladores locales empleados.

				CALIF	ICACION ECC	LOGICA (Ce)			
Eliminación	de	fuentes	de	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
empleo				-1	1	1	10	100	-10

Impacto Cod. C37	Disminución de fuentes de ingreso económico por actividades agroproductivas y extractivas (minería)					
Acción generadora	Liberación de terrenos					
Indicador	Porcentaje de disminución de ingresos monetarios					
Subfactor	Actividades económicos					
Descrinción						

#### Descripción

Las actividades agroproductivas se refieren a cultivo de productos agrícolas y a la ganadería extensiva, que es destinado a la venta en pequeña y mediana escala. Las actividades mineras se refieren a la extracción artesanal de oro en las riberas de los Zamora, Santiago y Namangoza.

La liberación de terrenos producirá disminución de fuentes de ingreso económico por actividades agroproductivas y extractivas ya que las superficies utilizadas para tales actividades serán adquiridas para el emplazamiento de las obras, lo que significará la reducción de las principales fuentes de ingresos en la zona.

**Ingresos agropecuarios:** el impacto es negativo ya que disminuyen las actividades agropecuarias en relación al Área 1, considerando la disminución de la superficie productiva por la liberación de los terrenos para la construcción 626,35 ha y embalse 3.037,22 ha.

Con el proyecto se perderían 220 ha agroproductivas, de las cuales 12,50 ha son cultivos y 207,50 ha están ocupadas por pastos, lo que representaría una pérdida de 105.820,00 USD desglosados en: cultivos 6.012, 50 USD y pastos 99.807,50 USD anuales. Utilizando el valor por hectárea determinado en la valoración de predios afectados por el PHS.

**Ingresos por actividades extractivas mineras:** con el fin de establecer el impacto económico en la actividad minera artesanal se han identificado comunidades aledañas a las márgenes de los ríos cuya población practica dicha actividad.





En el área se han identificado 394 personas dedicadas a la actividad minera y un valor monetario anual total de 1.362.312,00 USD, valores obtenidos en el levantamiento de línea base.

Porcentaje de ingresos económicos que se perderían en relación al total de ingresos que percibe la población del Área 1 por actividades agroproductivas y extractivas mineras.

El ingreso que percibe la población de la PEA del Área 1 dedicada a las actividades agroproductivas es de 2.962.422,00 UDS y por actividades mineras es de 1.886.184,00 USD, esto da un total de 4.848606,00 UDS. Con la construcción y operación del PHS el Área 1 dejaría de percibir 105.820,00 USD por concepto de actividades agroproductivas y 1.362.312,00 USD por actividades mineras artesanales, lo que significa una pérdida del 30,28% del total de ingresos del área 1.

# Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa porque la extracción y venta de oro es un medio para conseguir ingresos para el sustento básico de los hogares, además la pérdida de áreas agropecuarias significará la disminución de productos para el autoconsumo familiar y en menor medida para la venta local. La presencia del impacto es cierta porque las superficies afectadas serán empleadas para el emplazamiento de la obra y el posterior embalse. El desarrollo es muy rápido porque una vez que la superficie sea de propiedad del Estado los propietarios ya no podrán hacer uso de las mismas. La duración es permanente porque las superficies serán utilizadas durante toda la vida útil del proyecto. La magnitud es baja debido que los ingresos representan el 30,28% del total del área.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Disminución de fuentes de	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
ingreso económico por actividades agroproductivas y extractivas (minería)	-1	1	1	10	30,28	-5,12

Impacto Cod. C38	Dinamización de la economía local
Acción generadora	Contratación de mano de obra
Indicador	Porcentaje en el incremento en las ventas en locales comerciales y de servicios
Subfactor	Economía local
Descripción	

Por economía se entiende todas las relaciones que se generan en los procedimientos productivos, de circulación y consumo de bienes y servicios en una sociedad determinada. Por economía local se entiende todas las relaciones de producción e intercambio que se generan en los cantones de Limón Indanza, Méndez y Tiiwintza, que son inmediatos a los sitios de obra y que serán los proveedores de mano de obra, bienes y servicios para la etapa de construcción.

El impacto en la economía local estaría dado por la inversión pública para la construcción de la hidroeléctrica, que aumentará la demanda agregada de la economía, impulsando el nivel de empleo y el crecimiento en el corto plazo. La inversión pública aumentará la dotación de capital de la economía local con lo cual se ampliarán las posibilidades de producción y se logrará mayor crecimiento económico. La inversión pública favorecerá la inversión privada para satisfacer la demanda de bienes y servicios.

La construcción del PHS demandará la contratación de mano de obra local, servicios de alimentación, alojamiento, transporte y comercio de productos varios, además la población que arribe al proyecto requerirá de bienes y servicios.

Para establecer la magnitud del flujo económico local, según los datos del Censo Económico del 2010, en los cantones Limón Indanza, Méndez y Tiwintza se reportan ventas de 170.000.000 USD aproximadamente en los sectores comercio y servicios. En base a estos datos, para la construcción de





la hidroeléctrica, se estima un alza en el poder adquisitivo de la población, un incremento en el número de locales comerciales y de servicios, y por ende un aumento en los ingresos económicos por ventas en dichos locales.

Según la información de línea base, el gasto promedio para cinco personas en la zona es 348,60 USD al mes, destinando el 61,65% a alimentación, telefonía celular, recreación, internet y transporte. El 61,65% se divide para 5 miembros de la familia y se obtiene que cada miembro de la familia gasta el 12,32% en alimentación, telefonía celular, recreación, transporte, etc. El número promedio de trabajadores por año se estima en 3.300 en la construcción del PHS, con un consumo en la zona del 12,32%, se obtiene un valor de 1.702.008 USD, lo que significa el 1% del total de ingresos de los locales comerciales de los cantones de Limón Indanza, Méndez y Tiwintza.

# Criterios de calificación del impacto:

El impacto en la economía local es positivo porque contribuirá a mejorar el poder adquisitivo de la población de área circundante al proyecto. Tiene una presencia muy probable pues con la construcción del proyecto se incrementará la demanda de productos y servicios de los establecimientos de la zona como: hoteles, restaurantes, tiendas de abarrotes, compañías de transporte, gasolineras etc. Su desarrollo será rápido, pues se dará apenas inicie la construcción. Es de duración media ya que su efecto se mantendrá mientras dure la construcción. Es de magnitud relativa muy baja, ya que el monto del consumo de los trabajadores en la zona representaría el 1% de las ventas de los locales comerciales y de servicios.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)							
Dinamización de la economía	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce	
local	1	0,8	0,7	5	1,48	1,239	

# Impactos sobre la salud y seguridad

Impacto Cod. C39	Incremento de enfermedades
Acción generadora	Contratación de mano de obra
	Generación y disposición de residuos sólidos comunes (domésticos)
	Generación y disposición de residuos sólidos especiales y peligrosos
	Generación y disposición de residuos líquidos comunes
	Generación y disposición de residuos líquidos especiales y peligrosos
Indicador	Población total del Área 1
Subfactor	Salud y riesgo sanitario
Descripción	

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la salud se define como: el estado de completo bienestar físico, mental, espiritual, emocional y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades; se concibe a la salud desde una doble dimensión. La salud se construye en el marco de las condiciones económicas, sociales, políticas, culturales, ambientales, de las formas de relación con los grupos sociales, de las formas en que cada sociedad se organiza para la distribución de los bienes, entre ellos los servicios de salud y de cómo a nivel individual y sobre una base biológica y espiritual se procesan estas condiciones. "La salud se crea donde la gente vive, ama, trabaja y se divierte: es la integración entre ambientes y gentes en el proceso de la vida diaria lo que crea un patrón de salud" (Del Bosque 1998).

El impacto en la salud por la construcción del PHS se prevé se producirá por el incremento de enfermedades catalogadas como: "Infecciones Respiratorias Agudas", "Enfermedad diarreica aguda" y





"Otras Enfermedades de Transmisión Sexual" debido a las siguientes causas:

La contratación de mano de obra procedente de diversas localidades provoca la circulación de cepas extrañas de virus de la influenza que se transmite principalmente por vía área, lo que incrementaría los casos de Infección Respiratoria Aguda, enfermedad que se ubica para el año 2013 como la primera causa de morbilidad ambulatoria, con el 72,51% del total.

La segunda causa de morbilidad ambulatoria "Enfermedad diarreica aguda" representa el 20,11% del total de enfermedades, mismas que están directamente relacionadas con el déficit de agua segura (82,22%), déficit de alcantarillado (73,38%) y déficit de sistemas de recolección de basura (67,45%). Dicha enfermedad aumentará su incidencia debido al deterioro de las condiciones de salubridad por el crecimiento poblacional y la baja cobertura de servicios básicos; y finalmente,

Para el año 2013 la tercera causa de morbilidad ambulatoria en la zona son "Otras infecciones de transmisión sexual" con el 3,86% del total de causas registradas en el Departamento de Estadísticas de la Dirección Provincial de Salud de Morona Santiago. La tercera causa de morbilidad está relacionadas con el ejercicio de la prostitución, presencia de relaciones sexuales extraconyugales, precocidad y la liberación de las relaciones sexuales de los adolescentes, factores que se incrementarán con la llegada de población, en su mayoría masculina, quienes generalmente sus prácticas sexuales tiene alta negligencia en el uso de preservativos y otras medidas profilácticas. Pedir información a CELEC EP

## Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa porque atenta a la salud de la población local. Es de presencia probable pues existen otros factores externos ajenos al proyecto a los que se puede atribuir la incidencia de enfermedades. El desarrollo del impacto es rápido debido a que el arribo de población flotante y trabajadores generará contacto directo e inmediato con la población local. La duración es media pues la transmisión de enfermedades perdurará el tiempo que dure la etapa de construcción. La magnitud es muy alta ya que se estima que la totalidad de la población del Área 1 se encuentra vulnerable a las enfermedades antes señaladas.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Incremento de enfermedades	ncremento de enfermedades Clase Pr De Du Mr Ce					
	-1	0,6	0,7	5	100	-3,840

Impacto Cod. C40	Accidentes laborales hacia trabajadores y personal del proyecto
Acción generadora	Desbroce y limpieza
	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo
	Cortes, cortes nivelaciones, excavaciones rellenos y compactación
	Precorte en la ladera
	Despalme y corte en laderas y formación de plataformas
	Excavaciones subterráneas
	Uso y manejo de explosivos
	Enrocamiento
	Colocación y formación de plataforma de apoyo con material 3D aluvión
	Suministro y colocación de material fino
	Barrenación en roca
	Impermeabilización del núcleo
	Suministro, habilitación, y colocación de acero de refuerzo
	Suministro, fabricación, transporte y montaje de marcos metálicos
	Hormigonados
	Hormigón lanzado
	Suministro y colocación de juntas
	Limpieza a mano y sopleteado del desplante
	Protección asfáltica
	Transporte de material excedentes





	Tratamientos geotécnicos en excavaciones exteriores y subterráneas Generación y disposición de residuos sólidos especiales y peligrosos Generación y disposición de residuos líquidos especiales y peligrosos Revestimiento y pavimentación Disposición de material excedente de excavaciones.
Indicador	Tasa de incidencia de accidentalidad laboral
Subfactor	Seguridad laboral
December 214 m	

#### Descripción

Como accidente laboral se considera todo suceso imprevisto y repentino que ocasiona al trabajador una lesión corporal, perturbación funcional o muerte inmediata como consecuencia del trabajo que realiza por cuenta ajena. Con la construcción del PHS un porcentaje de los trabajadores sufrirán accidentes laborales debido a la construcción de la obra.

Se considera como accidentes laborales los accidentes eléctricos, de golpes, atrapamiento y caídas. Al igual que en la construcción de otros proyectos, el 70% ocurren en la jornada laboral y el 30% en el desplazamiento. Ver Diagnóstico Situacional en Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ecuador, elaborado por el Instituto de Salud y Trabajo (ISAT) del Perú con la colaboración del Gobierno de Canadá, 2011.

Entre los accidentes relacionados con caídas están: lados, bordes y agujeros sin protección; superficies de trabajo/tránsito mal construidas, uso incorrecto de los equipos de acceso; uso incorrecto del Sistema Personal de Detención de Caídas, resbalones y tropiezos (limpieza general de la obra). Entre los accidentes por electrocución: contacto con el tendido eléctrico elevado; contacto con circuitos activos, no seguir los procedimientos de bloqueo/señalización; cables de alargue mal conservados; herramientas defectuosas. Entre los accidentes relacionados por golpes: objetos que caen, fallas de los equipos, materiales sueltos o rodantes, desperfectos o volcado de equipos, falta de protección en altura, golpes por equipo y vehículos, incidentes al retroceder, trabajadores a pie, objetos que vuelan. Entre los accidentes relacionados por atrapamiento: derrumbe en zanjas/excavaciones, estabilización de taludes, equipos rotatorios, piezas sin protección, volcado de equipos, mantenimiento de equipos.

La construcción de la obra civil provoca riesgos laborales por la diversidad y complejidad de las obras a construirse. Se potencializa la aparición de afecciones a la salud por exposición del personal a polvo, ruido, accidentes por descuido del personal o por manejo de materiales peligrosos como explosivos o trabajar en lugares difíciles como en sitios inestables o en obras subterráneas.

Los riesgos se generan debido a que los trabajadores se encuentran directamente en contacto o muy cerca a fuentes muy ruidosas, maquinaria pesada, herramientas metálicas, equipos energizados o por el manipuleo de materiales contaminantes, tóxicos o peligrosos tales como explosivos, químicos, etc.

Asimismo, el inadecuado manejo de desechos y residuos, sólidos y líquidos, en campamentos, talleres, etc, crea un estado de polución y contaminación que afecta el ambiente de trabajo con efectos negativos hacia la salud de las personas.

Fragmentos de roca u hormigón que son desplazados en los trabajos de perforación y excavación, son agentes peligrosos para el obrero o trabajador, ya que se constituyen en proyectiles que pueden ocasionar serios daños físicos.

La impericia o falta de experiencia de los obreros pueden ocasionar accidentes fatales, especialmente en casos de uso de explosivos y en las obras de excavación en roca. Las áreas de inestabilidad en los frentes de obra pueden ser causa de desplomes y derrumbes por las vibraciones, con la consecuente afectación o pérdida de vidas humanas entre operarios y técnicos que laboran en los mismos.

Los trabajos en las obras subterráneas acarrean un alto riesgo laboral, ya que dentro de estas actividades se incluye el manejo y gestión de explosivos, presencia permanente de maquinaria pesada, dependencia permanente de iluminación, ventilación y energía eléctrica, riesgos debido a caídas de rocas y material fragmentado, presencia de agua freática, presencia de gases por efecto de las explosiones, etc.

Las actividades de transporte también son potenciales fuentes de riesgo laboral debido a volcamientos o colisiones que pueden darse con el tráfico vehicular requerido para la movilización de personal equipo y materiales.

Los riesgos laborales se presentan además, debido a las características geográficas de las áreas de trabajo, principalmente debido a la presencia de pendientes fuertes y peligrosas que dificultan los trabajos o la acción de animales peligrosos (mordeduras de serpientes, picaduras de insectos vectores de enfermedades, tropicales) ó incidencia de enfermedades fungosas debido a la humedad de la zona del provecto.

En las actividades de desbroce se producen heridas por corte debido a mal manejo de herramientas manuales, golpes por caída de objetos y caída del personal en trabajos de altura.

No se descarta además la presencia de peligros debido a eventos naturales anómalos tales como





sismos y crecidas repentinas y también a eventos inducidos por acciones antrópicas como son: incendios y explosiones en sitios de almacenamiento de combustibles, explosivos o productos químicos. El impacto y sus efectos podrán presentarse en todos los frentes de obra durante la etapa constructiva y la población potencialmente vulnerable estará constituida por el total de trabajadores que se estima participarán como contingente de mano de obra del proyecto.

Según el Diagnóstico Situacional en Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ecuador, año 2011, la tasa de accidentabilidad nacional fue 0,0049 y la tasa de incidencia 492,88 por cada 100.000 trabajadores, la tasa de Ecuador fue la más baja en Latinoamérica al 2007, pues en Colombia fue de 6,07; en Perú 4,43; en Venezuela fue de 11,23 y en Bolivia 0,8. Para el caso del PHS la tasa de accidentalidad en la construcción se estima de 0,0049 y la tasa de incidencia de accidentalidad será de 16,26 por cada 3.300 trabajadores en un año, número promedio estimado para la etapa de construcción del PHS en 5 años.

## Criterios de calificación del impacto:

El impacto es clase negativa porque afecta a la integridad física de los trabajadores, es de presencia probable pues el riesgo a sufrir accidentes laborales depende de las medidas de contingencia y seguridad que se adopten. El desarrollo es muy rápido pues los accidentes podrían presentarse inmediatamente de iniciada las actividades para la construcción como limpieza y desbroce, cortes, nivelaciones, excavaciones, uso y manejo de explosivos etc. La duración es media porque el tiempo de persistencia es de 5 años, es de magnitud muy baja porque se estima que la tasa de accidentalidad en la construcción del PHS será de 16,26/3.000 trabajadores en un año.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Accidentes laborales hacia	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
trabajadores y personal del	-1	0,6	1	5	16,26	-1,583
proyecto						

Impacto Cod. C41	Accidentabilidad a la población local
Acción generadora	Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación Uso y manejo de explosivos Suministro, fabricación, transporte y montaje de marcos metálicos Transporte de material excedentes Generación y disposición de residuos sólidos comunes (domésticos) Generación y disposición de residuos sólidos especiales y peligrosos Generación y disposición de residuos líquidos comunes Generación y disposición de residuos líquidos especiales y peligrosos Disposición de material excedente de excavaciones
Indicador	Población total del Área 1
Subfactor	Seguridad a terceros
Descrinción	

La accidentabilidad es el número de eventos que afectan a la integridad física de la población, producto de las actividades constructivas. Por lo tanto, el tráfico y transporte de materiales y personal en la etapa constructiva ocasionará problemas en la seguridad de la población que habita en áreas cercanas a las vías, esto debido al mayor fluio vehicular, exceso de velocidad, imprudencia de transeúntes, deficiente mantenimiento de los vehículos, falta de señalización, incumplimiento de las señales de tránsito, etc. Ver Diagnóstico Situacional en Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ecuador, elaborado por el Instituto de Salud y Trabajo (ISAT) del Perú con la colaboración del Gobierno de Canadá, 2011.

Impacto está referido a los accidentes a pobladores locales por causa de la construcción del proyecto puede generarse por:

- La presencia no autorizada de personas en los sitios de obra.
- Ingreso no autorizado a las áreas de explosión (sitios de obras de excavación en roca).
- Ingreso no autorizado a áreas de inestabilidad morfológica.

La totalidad de la población del Área 1, esto es 12.031 personas, estarán expuestos a accidentes al





transitar por los sitios de obras e instalaciones, tomando en consideración que los habitantes, generalmente, omiten cumplir las disposiciones de seguridad y/o los contratistas responsables de la construcción tienen deficientes medidas para precautelar el ingreso de personas ajenas a los sitios de obra.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es negativo debido a que los accidentes afectan a la integridad física de las personas, es de presencia probable pues la posibilidad de ocurrencia de un accidente a la población es factible. El desarrollo muy rápido porque los accidentes iniciarán una vez que inicie la construcción, de duración media pues la presencia de la accidentabilidad se dará durante la construcción y magnitud relativa muy alta porque la totalidad de la población del Área 1 se encuentra vulnerable a sufrir accidentes.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Accidentabilidad a la población	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
local	-1	0,6	1	5	100	-5,100

### Impactos sobre servicios e infraestructura

ontratación de mano de obra peración y mantenimiento de maquinaria y equipo iministro, habilitación, y colocación de acero de refuerzo
iministro, habilitación, transporte y montaje de marcos metálicos ansporte de material excedentes eneración y disposición de residuos sólidos comunes (domésticos) eneración y disposición de residuos sólidos especiales y peligrosos esposición de material excedente de excavaciones
imero de vías
raestructura vial

# Descripción

El acceso al proyecto se realiza por las vías Puerto Morona – Yuquianza y Méndez - Patuca - Yuquianza, en estas existirá un incremento de tráfico pesado y extra pesado por el transporte de material y equipamiento que requerirá la construcción del proyecto que afectará la capa de rodadura de la vía por un incremento del tráfico promedio diario, esto causará inconvenientes en los usuarios permanentes de la vía. También existirá prioridad para el transporte de ciertos equipamientos que puede producir cortes puntuales de circulación dentro de estas vías.

El impacto es de clase negativa porque se incrementará el tráfico en la circulación de la vía y afectará su estructura, lo que generará conflictos en el uso de la red vial. La presencia es cierta porque se requiere utilizar la vía para traslado de material y equipos. El desarrollo es muy rápido porque las actividades de traslado arrancarán apenas se inicie la construcción. Es de duración media ya que durará los 5 años de la construcción de la obra. Es de magnitud muy alta porque el tráfico se incrementará sobre las 2 únicas vías de la red vial existente y que son las que conducen al proyecto.

	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
infraestructura vial	-1	1	1	5	100	- 8,50





Impacto Cod. C43	Conflictos por demanda de equipamiento y servicios básicos
Acción generadora	Contratación de mano de obra
Indicador	Porcentaje de poblados con déficit de cobertura de servicios básicos
Subfactor	Obras de infraestructura y de servicios básicos
Descripción	

Dentro de la infraestructura pública se encuentran los servicios básicos, denominados servicios de saneamiento ambiental, que se refieren a sistemas de agua segura, red pública de alcantarillado y sistema de eliminación de residuos sólidos. Según la información de línea de base del EIAD del PHS, la zona presenta precarios indicadores de cobertura en la infraestructura pública y de servicios básicos, situación que se agravará con la llegada de población flotante en la etapa de construcción, generando conflictos con la población local por el acceso a los servicios.

El impacto será más notorio en 15 de los 51 poblados que se encuentran en el Área 1, mismos que se detallan a continuación: cabecera cantonal de Méndez, cabecera cantonal de Tiwintza y cabecera parroquial de Patuca; y las comunidades de Bella Unión, San Simón, Piankas, Qumius, Yuquianza, Kushapuk, Yapapas, Tayunts, Palomino, Suritiak, Kiim y Waje. En las poblaciones anteriormente descritas se prevé el crecimiento demográfico acelerado debido a que se encuentran asentadas en las cercanías de las vías de primer orden que conducen a la zona del proyecto.

El déficit de la cobertura de servicios de los poblados arriba descritos se detalla de la siguiente manera: falta de agua segura el 82,22%, deficiencia de sistema de alcantarillado el 73,38% y déficit de cobertura de sistemas de eliminación de basuras el 67,45%, datos obtenidos de línea base del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto. Con la construcción de la obra el Área 1 experimentará un crecimiento demográfico acelerado ocasionando un déficit de cobertura en el 29,41% de poblados.

## Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa porque el déficit de servicios básicos incide en el deterioro de la calidad de vida. De presencia cierta porque los habitantes locales generarán conflictos con la población foránea al sentirse afectados por el deterioro de la calidad de sus servicios. Es de desarrollo muy rápido porque la población demandará en forma inmediata el acceso a los servicios para cubrir sus diversas necesidades. Es de duración media porque la demanda se incrementará durante la fase de construcción. La magnitud es baja porque el 29,41% de los poblados experimentarán déficit de cobertura de servicios básicos

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Conflictos por demanda de		Pr	De	Du	Mr	Се
equipamiento y servicios básicos	-1	1	1	5	29,41	-3,56

Impacto Cod. C44	Incremento y mejoramiento de infraestructura pública y servicios básicos					
Acción generadora	Contratación de mano de obra					
Indicador	Porcentaje de poblados con incremento y mejoramiento de infraestructura pública y servicios básicos					
Subfactor	Equipamiento de infraestructura y servicios					
December 17						

#### Descripción

La implementación de un proyecto requiere de la instalación e incremento de servicios básicos como red de agua potable, alcantarillado, electrificación, conectividad y telefonía, centros de salud, equipamiento deportivo comunitario, escuelas para la educación de los niños y casas comunales, destinados a la población flotante que se asentará atraída por el movimiento constructivo.





Según la línea de base, la zona presenta precarios indicadores de cobertura en la infraestructura pública y de servicios básicos, situación que se agravará con la llegada de población flotante en la etapa de construcción, generando conflictos con la población local por el acceso a los servicios. Sin embargo, ello obligará a que las instituciones del Estado (Ministerios y GADs) realicen inversión pública para cubrir la demanda insatisfecha en la zona.

Los poblados que experimentarán crecimiento demográfico son 15 de 51 y en ellos se generará mayor demanda de infraestructura y servicios. A continuación se describen: cabecera cantonal de Méndez, cabecera de Tiwintza, cabecera de Patuca y las comunidades Bella Unión, San Simón, Piankas, Quimius, Yuquianza, Kushapuk, Yapapas, Tayunts, Palomino, Suritiak, Kiim y Waje.

## Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase positiva porque un mejoramiento en la calidad y cobertura de servicio e infraestructura es un factor que contribuye a mejorar la calidad de vida. El impacto es de presencia cierta ya que los GADs son los responsables de la planificación y ejecución de proyectos de desarrollo territorial. El desarrollo es lento porque se requiere de la ejecución de estudios y diseños, financiamiento y procesos de contratación pública para posteriormente iniciar la construcción, ampliación y mejoramiento de diversas obras, dichas actividades preliminares superan el año.

Es de duración permanente porque la vida útil de la obra pública supera los diez años. La magnitud es baja porque el 29,41% de poblados experimentarán incremento y mejoramiento de infraestructura pública y servicios básicos

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Incremento y mejoramiento de	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
equipamiento comunitario y servicios básicos	1	0,9	0,3	10	29,41	3,256

# Impactos sobre el componente arqueológico

Impacto	Alteración y/o destrucción de contextos arqueológicos
Cod. C45	
Acción generadora	Desbroce y limpieza,
	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo
	Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación
	Pre-corte en la ladera
	Despalme y corte en laderas y formación de plataformas
	Excavaciones subterráneas
	Uso y manejo de explosivos
	Colocación y formación de plataforma de apoyo con material 3D aluvión
	Disposición de material excedente de excavaciones
Indicador	Sectores arqueológicos
Subfactor	Contextos arqueológicos (evidencias arqueológicas)
Descripción	

El impacto está relacionado con la destrucción parcial o total de sitios arqueológicos, sea provocando dispersión y deterioro de objetos arqueológicos superficiales o sub superficiales en unos casos o reenterrándolos en otros; modificando la estratigrafía, dimensiones y contenido de los sitios, o confinándolos bajo pavimentos o escombros.

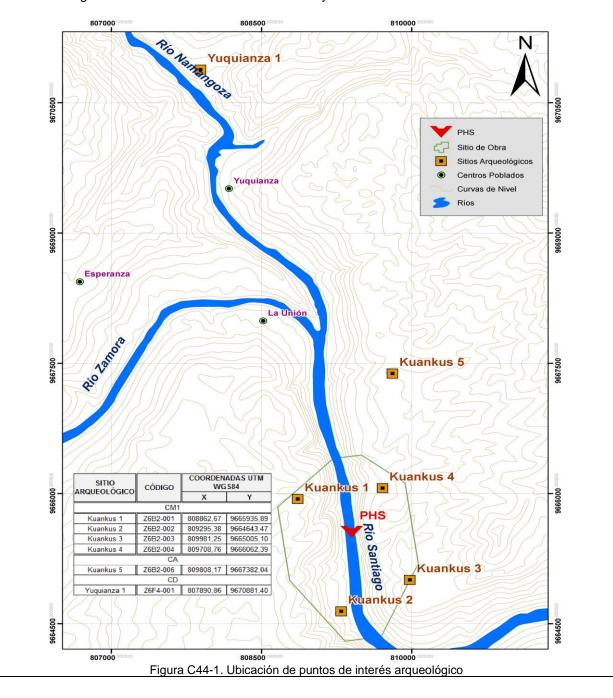




Las acciones del proyecto que generan el impacto son:

- . Desbroce y limpieza: en el primer depósito se identificaron evidencias arqueológicas, que con esta actividad pueden ser descontextualizadas o destruidos
- . Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo: la caída de combustible o aceites pueden contaminar muestras de carbón o suelos que se encuentre asociados a evidencias arqueológicas.
- . Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación, pre-corte en la ladera, despalme y corte en laderas y formación de plataformas, excavaciones subterráneas, uso y manejo de explosivos: comprenden actividades que implican movimientos y remoción de tierras y con ellas la potencial destrucción de sitios arqueológicos.
- . Colocación y formación de plataforma de apoyo con material 3D aluvión: con esta acción pueden alterarse evidencias arqueológicas, cuando no se ha realizado su recuperación.
- . Disposición de material excedente de excavaciones: actividad que implica el cubrimiento de superficie y por ende potenciales evidencias arqueológicas presentes en ellas

Fueron investigados en los sitios de obra 5 sectores cuya ubicación se detalla a continuación:







Con relación al estudio arqueológico para la Línea Base, los sitios de obra CM1 (sector de emplazamiento de la presa y anexos), CA (sector donde se implantará el campamento de operación) y CD (sector que será utilizado para escombrera) serían los más sensibles debido a las áreas de interés arqueológicos identificadas en ellos e indicados en los resultados de la tabla.....

Tabla C44-1. Resultados

1 0.00.00 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0						
SITIO ARQUEOLÓGICO	CÓDIGO	ÁREAS DE INTERES ARQUEOLÓGICO				
	CM1					
Kuankus 1	Z6B2-001	3 Y 4				
Kuankus 2	Z6B2-002	1 Y 2				
Kuankus 3	Z6B2-003	7 Y 8				
Kuankus 4	Z6B2-004	5 Y 6				
CA						
Kuankus 5	Z6B2-006	9 Y 10				
CD						
Yuquianza 1	Z6F4-001	11				

# Criterios de calificación del impacto:

El impacto es negativo ya que las actividades de remoción de suelos afecta a los bienes arqueológicos, en este caso del PHS, generando pérdida de ecofactos y material mueble arqueológico, identificados bajo el suelo, hasta el tercer depósito.

El Desarrollo (De) es inmediato, durante los movimientos de suelos, por eso es que las actividades señaladas se encuentran entre los rangos rápido y muy rápido. La Duración (Du) es permanente ya que se perderían de manera permanente estos recursos arqueológicos.

La Magnitud (Mr), es alta ya que de 5 sectores analizados 3 sectores presentan alta sensibilidad lo que representa un 60 % del total analizado.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Alteración y/o destrucción de	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
contextos arqueológicos	-1	1	1	10	60	-7,20





# 8.3.2 Impactos en la Etapa de Operación

# <u>Impactos sobre el componente físico</u>

## Impactos sobre el componente atmosférico

Impacto Cod. O1	Influencia en el microclima por emisiones de efecto invernadero
Acción generadora	Almacenamiento de agua
Indicador	Ton/anual (CH <sub>4</sub> )
Subfactor	Microclima
Descripción	

El impacto identificado es de clase adversa, se relaciona con el aumento porcentual de las emisiones generadas de gas metano en el Área 1. La metodología de obtención se realiza según lo efectuado en la línea base ambiental, siendo la emisión de descomposición de  $56,4~\text{mgCH}_4/\text{m}^2$ , en época lluviosa y  $364,6~\text{mgCH}_4/\text{m}^2$  día en época seca.

Dado que el metano es, después del CO2 y el vapor de agua, el gas invernadero más importante de la atmósfera; inclusive el poder de efecto invernadero de este es 21 veces superior al del CO2; su principal efecto es que los cambios de concentración repercuten en la temperatura global del aire. Hay que tener en cuenta además que la vida media del metano es muy corta (10 años), acelerados por compuestos como el Ozono troposférico, lo cual acarrea desequilibrios entre su producción y destrucción los que son apreciables. Para el llenado y formación del embalse tenemos:

Tabla O1-1. Aumento de Emisiones

CARÁCTER	EMISIÓN	AUMENTO	MAGNITUD DEL
	(ton CH₄/año)	PORCENTUAL	IMPACTO
PHS	1765	13%	Bajo

Mientras que para el almacenamiento de agua, los resultados se presentan a continuación: Tabla O1-1. Aumento de Emisiones en operación

CARÁCTER	EMISIÓN (ton CH <sub>4</sub> /año)	AUMENTO PORCENTUAL	USO DE COMBUSTIBLES FÓSILES (TRAFICO, MAQUINARIA)	TOTAL	MAGNITUD DEL IMPACTO
PHS	2182	40%	9%	49%	Medio

Para todas las alternativas, la clase es negativa, la presencia es cierta, el desarrollo rápido, la duración es permanente y la magnitud relativa es Muy baja está en función del área que ocupa el embalse (3037,23 ha) en relación al área 1.

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA Ce						
Influencia en el microclima por emisiones de efecto	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
por emisiones de efecto invernadero	-1	1	0,7	10	8,02	-3,39

Impacto Cod. O2	Disminución de la calidad del aire por presencia de emisiones gaseosas contaminantes y material particulado.
Acción generadora	<ul> <li>Limpiezas y mantenimiento: estructuras, obras civiles, etc.</li> <li>Operación y mantenimiento de equipos electromecánicos e instalaciones</li> <li>Generación de residuos peligrosos y especiales, sólidos y líquidos</li> </ul>





i <del></del>		
	<ul> <li>Transporte de personal e insumos</li> </ul>	
Indicador	ug/m <sup>3</sup> (PM <sub>2,5</sub> , PM <sub>10</sub> , NO <sub>X</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> )	
Subfactor	Calidad del aire	
Descripción		

El impacto se refiere a la alteración de la calidad del aire debido a la generación de emisiones y material particulado NOx y SO2, por efecto de las acciones generadoras detalladas en la parte superior.

Para evaluar el impacto se cuantifica de acuerdo a lo establecido en la siguiente tabla:

Tabla O2-1. Criterios para magntud

CARÁCTER	ESCALA DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO
Si el impacto supera una concentración de 100μg/m³ para PM <sub>10</sub> , 50 μg/m³ para PM <sub>2.5</sub> , 125 μg/m³ para el SO <sub>2</sub> y se encuentre en el rango de 200 μg/m³ (límite de calidad del aire) a 1000 μg/m³ (nivel de alarma) en el período de concentración de 1 hora para el NO <sub>2</sub> y el, valores establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 4.	71 – 100%	Alto
Si el impacto supera una concentración de 50μg/m³ para PM <sub>10</sub> , 25 μg/m³ para PM <sub>2.5</sub> y 50 μg/m³ para el SO <sub>2</sub> , valores establecidos por la Guía de calidad del Aire OMS 2005 (IT2).  Así también, para el NO <sub>2</sub> valores similares a los inferiores a límites establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 4 (De 200 μg/m³ período de concentración de 1 hora).	31 – 70%	Medio
Si el impacto se encuentra en una concentración inferior a $50\mu g/m^3$ para $PM_{10}$ , $25\mu g/m^3$ para $PM_{2.5}$ y en el rango de 20 a 50 $\mu g/m^3$ para el $SO_2$ (Valores establecidos por la Guía de calidad del Aire OMS 2005). Así también, para el $NO_2$ que no superen los valores límites establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 4. (De 200 $\mu g/m^3$ período de concentración de 1 hora).	0 – 30%	Bajo

# Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa, de presencia cierta, de desarrollo desarrollo rápido, de duración media y la magnitud relativa es baja ya que el área de afectación representa el 0,1% que correspondiente al área que ocupa la central, obras anexas, campamento en relación al área 1.

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA						
Disminución de la calidad del aire por presencia de emisiones	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
gaseosas contaminantes y material particulado.	-1	1	0,8	10	0,1	-3,01

Impacto	Incidencia en los niveles de ruido ambiental y laboral
Cod. O3	





Acción generadora	Operación de equipos e instalaciones.
Indicador	dBA (ruido)
Subfactor	Ruido
Descripción	

En la fase de operación y mantenimiento los niveles de ruido se verán incrementados por el funcionamiento de equipos e instalaciones de la hidroeléctrica. Valores típicos de ruido por la operación de equipos e instalaciones en oficinas y zonas separadas de las casa de máquinas están en el orden de 67,5 dBA. Mientras que el ruido de la las Salas de Máquinas, Sala de Regulación y Sala de Transformadores se encuentra en el orden de los 90,0 dBA, principalmente producido por el movimiento de turbinas. En caso de aislamiento escaso o nulo, el área de influencia fácilmente superaría los 400 m de la ubicación de los equipo.

Es importante destacar que si bien se ha definido un radio de impacto (1633,53 m) según lo explica el Apéndice 7.2.3 Modelamiento ruido - etapa de operación; las diferentes acciones generadoras de ruido, la valoración en los aspectos de seguridad y salud de los trabajadores, el impacto no es cuantificable ya que su cumplimiento es de carácter obligatorio, cualquiera sea el grado de impacto.

El impacto identificado es de clase adversa, y se cuantifica de acuerdo a lo establecido en la siguiente tabla:

Tabla O3-1. Criterios para magnitud

CARÁCTER	ESCALA DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO
Si los niveles de ruido superan los 85 dBA establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 5.	71 - 100%	Alto – Muy Alto
Si los niveles de ruido se encuentran entre los 65 y 85 dBA, considerado como un rango permitido de exposición laboral y sobre la preservación del hábitat. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 5. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo	41 - 70%	Medio
Si los niveles de ruido son inferiores a 65 dBA.  Se ha considerado que el uso de suelo va a cambiar a uso industrial, razón por la cual se asume como valores guía la Tabla 1 Niveles Máximos de Ruido Permisibles según el Uso de Suelo, especificados en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). Libro VI. Anexo 5; por otra parte se estima que este valor es un parámetro adecuado para la preservación de hábitats.	0 - 40%	Muy Bajo - Bajo

## Criterios de valoración del impacto:

El impacto es de clase negativa, Presencia cierta, desarrollo muy rápido, duración permanente y Magnitud relativa baja, pues la superficie de incidencia representa un 2,21 % del área 1, circunscrito en las fuentes de generación.

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA							
Incidencia en los Clase Pr De Du Mr Ce							
niveles de ruido ambiental y laboral	-1	1	1	10	2,21	-3,15	

Impacto Cod. O4	Molestias y afecciones por emisiones de H2S y presencia de olor indeseables.					
Acción generadora	Almacenamiento de agua					
Indicador	Percepción Humana					
Subfactor	Olores					





# Descripción

El impacto se refiere a la alteración de la calidad del aire debido a la generación de emisiones de ácido sulfhídrico (H2S), por efecto de la descomposición orgánica que se genera en el área del embalse lo cual genera malos olores con el consiguiente malestar para la población aledaña al mismo.

Para la evaluación del impacto se ha procedido al cálculo de los niveles de inmisión de ácido sulfhídrico y que se detalla en el Apéndice 7.2.2 Modelamientos Olores. El impacto identificado es de clase adversa, y se cuantifica de acuerdo a lo establecido en la siguiente tabla:

Tabla O4-1. Criterios de magnitud

CARÁCTER	ESCALA DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO
Si la concentración de Amoniaco (NH <sub>3</sub> ) es superior a 25 ppm en periodos de exposición de 8 horas continuas y la concentración de Ácido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S) supera los 150μg/m <sup>3</sup> el olor será fuerte y causará daños a la salud. Threshold Limit Value (TLV), American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).	71 - 100%	Alto
Si la concentración de Amoniaco (NH <sub>3</sub> ) es inferior a 25 ppm considerado como un tiempo promedio ponderado para una jornada normal de trabajo (8 horas diarias), y la concentración de Ácido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S) supera los 14μg/m <sup>3</sup> y es menor a los 150μg/m <sup>3</sup> , el olor generado causará molestias. Threshold Limit Value (TLV), American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).	31 - 70%	Medio
Si la concentración de Amoniaco (NH <sub>3</sub> ) es inferior a 25 ppm, considerado como un tiempo promedio ponderado para una jornada normal de trabajo (8 horas diarias); y la concentración de Ácido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S) supera los 7μg/m <sup>3</sup> y es menor a los 14μg/m <sup>3</sup> , el olor generado causará pequeñas molestias. Threshold Limit Value (TLV), American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).	0 - 30%	Bajo

#### Criterios de calificación del impacto

Se establece dos áreas de impacto: zonas donde la concentración supera los 7µg/m3 (52318,48 Ha - detección de olor) y zonas donde se sobrepasa los 14µg/m3 (13964,29 Ha - molestia)

El impacto es de clase adversa, presencia cierta, de desarrollo rápido, duración permanente y de Magnitud media debido a que ésta se establece en relación al área cuya concentración de olores supera los 14µg/m3 que representa el 36,88%, con relación al área 1..

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA							
Molestias y afecciones por emisiones de H2S	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce	
y presencia de olores indeseables.	-1	1	0,8	10	36,88	-5,07	

Impacto Cod. O5	Aparición de radiaciones no ionizantes						
Acción generadora	Operación y mantenimiento de equipos electromecánicos e instalaciones						
Indicador	Superficie afectada (% del total del área de estudio)						





Subfactor	Campos magnéticos
Descripción	

El impacto se refiere a la presencia de radiaciones no ionizantes por efecto de la operación y mantenimiento de equipos electromecánicos e instalaciones, con la consecuente afectación al personal de la central hidroeléctrica.

El impacto se evalúa de acuerdo a lo establecido en las siguientes tablas:

Tabla O5-1. Criterios de magnitud

Tabla 05-1. Criterios de magn		
CARÁCTER	ESCALA DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO
Cuando la intensidad de campo eléctrico <sup>6</sup> es de 4167 (E)(V m <sup>-1</sup> ) y la densidad de flujo magnético <sup>7</sup> corresponde a 83 (B) (μT); provenientes de líneas de transmisión de 230 kV de voltaje y con un ancho de la franja de servidumbre de 30 m. Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection E.V. (ICNIRP)	71 - 100%	Alto
Cuando la intensidad de los campo eléctrico¹ es de 4167 (E)(V m⁻¹) y la densidad de flujo magnético² corresponde a 83 (B) (µT); provenientes de líneas de transmisión de 138 kV de voltaje y con un ancho de la franja de servidumbre de 20 m. Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection E.V. (ICNIRP)	31 - 70%	Medio
Cuando la intensidad de los campo eléctrico¹ es de 4167 (E)(V m⁻¹) y la densidad de flujo magnético² corresponde a 83 (B) (µT); provenientes de líneas de transmisión de 69 kV de voltaje y con un ancho de la franja de servidumbre de 16 m. Guidelines for limiting exposure to time — varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non — Ionizing Radiation Protection E.V. (ICNIRP).	0 - 30%	Bajo
CARÁCTER	ESCALA DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO
Cuando el tipo de exposición contenga valores superiores a los presentados a continuación: intensidad de campo eléctrico <sup>8</sup> de 8333 (E) (V m <sup>-1</sup> ), densidad de flujo magnético <sup>9</sup> de 417 (B) (µT) e intensidad de campo magnético <sup>10</sup> de 333 (H) (A m <sup>-1</sup> ). Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection E.V. (ICNIRP)	71 - 100%	Alto
Cuando el tipo de exposición contenga valores entre los siguientes rangos: intensidad de campo eléctrico <sup>3</sup> de 4167 a 8333 (E) (V m <sup>-1</sup> ), densidad de flujo magnético <sup>4</sup> de 83 a 417 (B) (μT) e intensidad de campo magnético <sup>5</sup> de 67 a 333 (H) (A m <sup>-1</sup> ). Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection E.V. (ICNIRP)	31 - 70%	Medio

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> La Intensidad de campo eléctrico (E) en una carga positiva estacionaria en un punto de un campo eléctrico; medido en voltios por metro (V m<sup>-1</sup>).

Una cantidad del campo del vector, B, que da lugar a una fuerza que actúa en una carga o cargas en movimiento, y se expresa en tesla (T).

§ La Intensidad de campo eléctrico (E) en una carga positiva estacionaria en un punto de un campo eléctrico; medido en voltios

por metro (V m<sup>-1</sup>). <sup>9</sup> Una cantidad del campo del vector, B, que da lugar a una fuerza que actúa en una carga o cargas en movimiento, y se

expresa en tesla (T).

<sup>10</sup> Una cantidad axial del vector, H, que, junto con la densidad de flujo magnético, especifica un campo magnético en cualquier punto en el espacio, y se expresa en amperio por metro (A m<sup>-1</sup>).





Cuando el tipo de exposición contenga valores inferiores a los presentados a continuación: intensidad de campo eléctrico³ de 4167 (E) (V m⁻¹), densidad de flujo magnético⁴ de 83 (B) (μT) e intensidad de campo magnético⁵ de 67 (H) (A m⁻¹). Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection E.V. (ICNIRP)		Bajo
--	--	------

## Criterios de calificación del impacto:

Se ha determinado la magnitud mediante el Software FEMM 4.2 que evalúa los parámetros de Intensidad de Campo Eléctrico, Intensidad de Campo Magnético y Densidad de Flujo magnético con base en la descripción del proyecto y datos de líneas de transmisión que se encuentran actualmente en operación, adicionalmente de las condiciones climáticas de la zona. Se establece un área de impacto de 81,76 Ha que representa una magnitud relativa de 0,22%.

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA						
Aparición de radiaciones no	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
ionizantes	-1	1	1	10	0,22	-3,02

Impacto Cod. O6	Toneladas evitadas de CO2 por año
Acción generadora	<ul> <li>Operación y mantenimiento de equipos electromecánicos e instalaciones</li> </ul>
Indicador	Ton CO2/año
Subfactor	Calidad del aire
Descripción	

El impacto identificado se refiere a las toneladas de CO2 por año que se evitan emitir por efecto de quema de combustibles fósiles para la operación de las generadoras termoeléctricas, que no serán necesarias al entrar en operación el PHS. Aportando así a mitigar las afectaciones producidas por cambio climático y calentamiento global. Si realizamos un análisis de los proyectos hidroeléctricos en ejecución, tenemos los siguientes valores:

Tabla O6-1. Emisiones No Emitidas

PROYECTOS EN	GENERACIÓN	NO EMISIÓN	NO EMISIÓN /MW	VEHÍCULOS
EJECUCIÓN	MW	Ton CO2/año	(Ton CO2/año)/MW	U
COCA CODO	1500	4430000	2953,33	2300000
SOPLADORAS	487	1420000	2915,81	750000
MINAS SAN	275	655000	2381,82	345000
TOACHI PILATON	254,4	568000	2232,70	300000
DELSITANISAGUA	180	716000	3977,78	377000
MANDURIACU	60	186000	3100,00	91000
QUIJOS	50	180000	3600,00	95000
MAZAR DUDAS	21	63000	3000,00	34000
TOTAL	2827,4	8218000	2906,56	4292000
PHS	3600	10800000	3000	5464809

De acuerdo a estimaciones el proyecto al generar 3600 MW, evitaría aproximadamente la emisión de 10,80 millones de toneladas de CO2 por año, equivalentes a la circulación al año de 5,5 millones de vehículos livianos, tomando un valor de 3000 Ton CO2/año / MW.





El impacto es de clase positiva, de presencia cierta, desarrollo muy rápido, duración permanente y su Magnitud relativa se relaciona con la producción hidroenergética actual en relación a la que producirá el PHS. Si relacionamos con los 8 proyectos hidroeléctricos en construcción, que generan 2827,4 MW y evitan 8,23 millones de Ton CO2/año, el PHS con una generación de 3600 MW y 10,80 millones de Ton CO2/año representan el 131% de las emisiones evitadas de CO2 por los 8 proyectos en construcción.

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA						
Toneladas evitadas de CO2 por año	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
002 per ano	1	1	1	10	100	10

## Impactos sobre el suelo

Impacto Cod. O7	Pérdida de suelos
Acción generadora	Formación de embalse y almacenamiento de agua
Indicador	Superficie ha
Subfactor	Clase de suelo y clase agrológica (aptitud)
Decerineión	

## Descripción

Impacto referido a la pérdida del recurso suelo debido a la inundación de las superficies en las áreas del vaso de presa y embalse, en donde los suelos quedarán cubiertos por el agua y por tanto, en dichas superficies el recurso suelo ya no podrá ser utilizado.

La superficie de pérdida de suelos y clases agrológicas que serán afectadas cubren una superficie de 2335,25 ha, según el siguiente detalle:

Clase agrológica II: Tierras aptas para agricultura con limitaciones ligeras: 11,63 ha.

Clase agrológica III: Tierras aptas para agricultura con limitaciones ligeras a moderadas: 182,15 ha.

Clase agrológica IV: Tierras aptas para agricultura con limitaciones moderadas: 187,16 ha.

Clase agrológica V: Tierras aptas para agricultura, con limitaciones fuertes a muy fuertes: 16,94 ha.

Clase agrológica VI: Tierras no arables, aptas para aprovechamiento forestal: 789,31 ha.

Clase agrológica VII: Tierras no arables, aptas para protección forestal: 392,69 ha.

Clase agrológica VIII: Tierras para conservación 755,37 ha.

## Criterios de calificación del impacto:

El impacto es negativo, su presencia es cierta, su desarrollo rápido, su duración permanente y su magnitud relativa es muy baja debido a que la pérdida representa tan solo el 6,17% de la superficie total.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Pérdida de suelos	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
	-1	1	0,8	10	6,17	-3,35





Impacto Cod. 08	Contaminación de suelos
Acción generadora	Generación de residuos domésticos, sólidos y líquidos
	Generación de residuos peligrosos y especiales, sólidos y líquidos
Indicador	Superficie potencial de contaminación (ha)
Subfactor	Calidad del suelo
Descripción	

Impacto referido a la incidencia de procesos contaminantes sobre el recurso suelo debido a las actividades previstas en la etapa de operación y mantenimiento del PHS, y que conllevan a la reducción y/o pérdida de la capacidad agroproductiva del recurso debido a la alteración de sus propiedades químicas y/o físicas. El impacto puede generarse en las siguientes fuentes de contaminación:

#### Contaminación por residuos sólidos:

 Residuos sólidos, domésticos e industriales: durante la operación y mantenimiento del campamento permanente (bodegas, talleres, oficinas, etc.), se provocaría la contaminación del suelo debido a una mala gestión y manejo de residuos sólidos de tipo doméstico e industrial (orgánicos e inorgánicos), peligrosos y no peligrosos que son generados en dichas instalaciones y que al ser depositados de manera inadecuada sobre las superficies adyacentes a las obras e instalaciones del PHS, provocarían la alteración de las propiedades del suelo.

#### Contaminación por residuos líquidos:

- Residuos líquidos industriales: contaminación por aceites, residuos de hidrocarburos y desechos
  aceitosos que se generan por efecto de la operación y mantenimiento de equipos y maquinaria
  utilizados en los procesos operativos del PHS y que de ser evacuados directamente sobre el
  suelo, provocarían la alteración química del suelo y afectando su capacidad agroproductiva.
- Residuos líquidos domésticos: durante la operación del campamento permanente y anexas (bodegas, talleres, oficinas, sistema hidrosanitario, etc.), se generan aguas residuales de tipo doméstico (aguas grises y negras), las cuales al ser evacuadas de manera inadecuada sobre los suelos adyacentes, provocarían la alteración físico-química del recurso.

## Criterios de calificación del impacto:

El impacto es negativo pues se produce una contaminación del suelo, es de presencia probable por la cantidad de personal, instalaciones, maquinaria, volquetes que se manejarán en este proyecto, es de desarrollo rápido pues sus efectos se presentarán en corto tiempo, de duración media pues estará presente en el periodo de construcción y de magnitud relativa muy baja pues la zona de obras (proyecto hidroeléctrico PHS, campamento de operación, escombrera EH en la que se ubica el relleno sanitario, suman una superficie de 233,72 ha que representan el 0,62% del Área 1.

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA (Ce)							
Contaminación de suelos	s Clase Pr De Du Mr						
	-1	1	0,8	5	0,62	-1,53	





# Impactos sobre la geomorfología

Impacto Cod. O9	Alteración y/o destrucción de geoformas naturales
Acción generadora	Llenado y formación embalse
Indicador	Superficie de geoformas afectadas
Subfactor	Geoformas naturales
Descripción	

El llenado del embalse causará el cubrimiento de las geoformas que se encuentran dentro del área de inundación por el embalse, afectando además a los taludes que se encuentran alrededor del espejo de agua por la activación de movimientos de masa y por lo cual se afectarán dichas geoformas.

Para la cuantificación de las geoformas afectadas por la operación del embalse, se realizó una comparación entra las diferentes geoformas y sus respectivas áreas antes y después del inicio de la fase de operación. En este punto la parte que tuvo mayor peso es el área del embalse pues la extensión es importante y afecta a múltiples geoformas, la tabla presentada a continuación muestra el área de cada geoforma que será afectada por la conformación del embalse.

Tabla O9-1. Geoformas afectadas

NOMBRE	Antes de Después de Operación		Diferencias		
	Área (km2)	Área (km2)	Área (km2)	Área (%)	
Coluvión	17,42	12,02	5,40	1,43%	
Ladera Fuerte	32,27	30,30	1,96	0,52%	
Ladera Moderada	65,53	62,51	3,02	0,80%	
Ladera Suave	51,31	50,53	0,78	0,21%	
Masa Deslizada	6,89	4,80	2,08	0,55%	
Masa Deslizada Irregular	13,74	9,31	4,43	1,17%	
Meseta Alta	15,27	15,18	0,09	0,02%	
Meseta Baja	22,08	20,57	1,52	0,40%	
Meseta Intermedia	72,29	71,19	1,10	0,29%	
Planicie Aluvial	4,58	4,02	0,56	0,15%	
Vértice Irregular	30,69	29,76	0,93	0,25%	
Vértice Ondular	5,56	5,53	0,03	0,01%	
Zona Escarpada	20,44	17,84	2,59	0,69%	
Embalse	0,00	30,37	-	0,00%	
Hidrología y Otros	20,57	14,71	5,86	1,55%	
SUMA	378,64	378,64	30,37	8,02%	

Como se puede notar en la tabla anterior y en la figura siguiente en las geoformas que van a tener mayor impacto en la fase de operación son los coluviones y mesetas deslizadas irregulares. Esto es lógico por cuanto estas geoformas se presentan en los márgenes de los ríos.





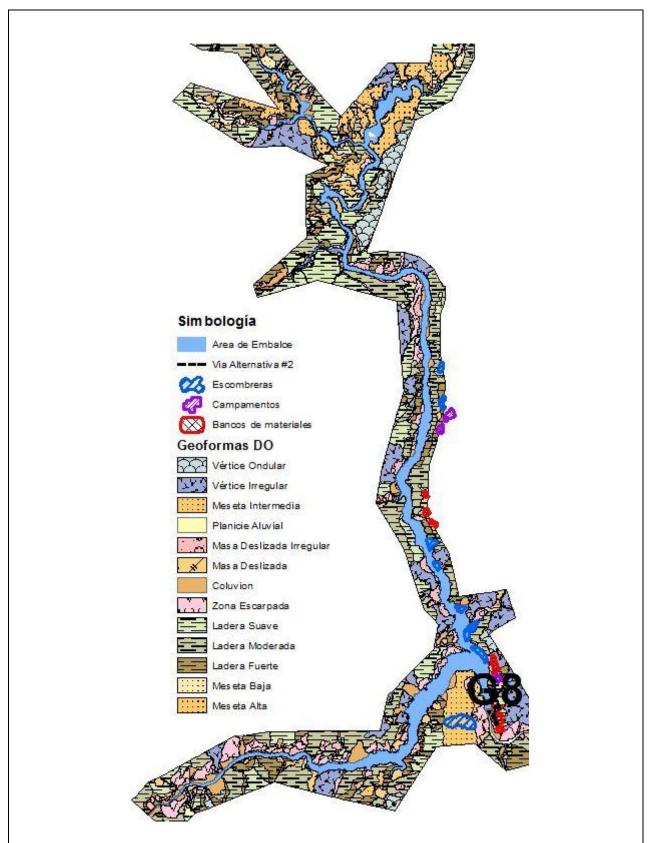


Figura O9-1. Geoformas afectadas

La afectación a las geoformas en su total es de 8,02% como área comparada con el área de análisis (Área 1) lo cual no es significativo.

Otro impacto relacionado con la alteración de geoformas en la zona de aguas abajo de la presa habrá una reducción de sedimentos que aportan a la formación de terrazas aluviales, así mismo, los caudales





pico serán modificados por la inclusión del proyecto y por lo tanto se alterará su extensión.

## Criterios de calificación de impactos:

- El impacto es negativo por cuanto la destrucción de las geoformas puede transformarse en movimientos de masa y generación de sedimentos.
- La presencia de este impacto es cierta por cuanto la generación del embalse y de las pequeñas modificaciones adicionales a geoformas es segura.
- El desarrollo de la actividad se da en un tiempo rápido por cuanto el llenado del embalse y la posible explotación de canteras se da en cuestión de meses, en tanto, que la generación de desechos sólidos será muy lenta para la conformación de rellenos sanitarios.
- La duración del impacto será permanente en todos los escenarios analizados.
- La magnitud relativa del impacto es muy baja por cuanto el área de geoformas afectadas es pequeña en comparación con el área de análisis Área 1.

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA (Ce)						
Alteración y/o modificación de	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
las geoformas	-1	1,00	0,63	10,0	8,02	-3,35

Impacto Cod. O10	Activación de fenómenos geodinámicos (movimientos en masa: deslizamientos) y derrumbes
Acción generadora	Llenado del embalse Almacenamiento de agua
Indicador	Áreas de movimientos de masa activos
Subfactor	Taludes inestables

## Descripción

Debido al llenado del embalse existe una alteración en los niveles freáticos y en los esfuerzos efectivos del pie de varias zonas con potencial de zonas inestables. Con ello se espera la activación de movimientos de masa en zonas donde se dieron movimientos previos o que de acuerdo al análisis estadístico, a los recorridos sistemáticos geológicos y a las interpretaciones geomorfológicas realizadas fueron identificadas como masas de estabilidad sensible. La fluctuación de niveles freáticos durante la operación del proyecto, asociada con la operación del embalse para generación hidroeléctrica, también tiene influencia sobre la estabilidad de los taludes alrededor del embalse, especialmente cuando existan variaciones súbitas del embalse por generación total capacidad del proyecto.

Con el fin de cuantificar y ubicar las áreas que se encuentran en condiciones de estabilidad sensible previo al llenado del embalse con respecto a aquellas que se encontrarán en dicha condición se ha ejecutado el mismo análisis Mora – Varson – Mora con la inclusión de un factor adicional referente al área de la masa inestable que quedará bajo el espejo de agua, de esta forma se definió como críticas a las masas inestables que tienen un área correspondiente entre el 10% y el 40% por debajo del embalse por cuanto en estas la influencia de los esfuerzos efectivos en el pie de la masa inestable es importante. Con estos criterios se generó la siguiente tabla comparativa y cuya distribución espacial se visualiza en los Mapa SBS-002 ÁREA 1. Sensibilidad Geodinámica (Peligrosidad a deslizamientos - Situación con dique).





Tabla O10-1. Áreas	propensas a fenómenos	geodinámicos

GRADO DE AMENAZA	Antes del Llenado	Después del Llenado	Afect	ación
	AREA (km2)	AREA (km2)	AREA (km2)	AREA (km2)
Bajo	128,48	127,74	-0,74	0,20%
Muy Bajo	162,88	169,22	6,34	1,67%
Mediano	46,8	40,8	-6	1,58%
Alto	15,97	15,11	-0,86	0,23%
Muy Alto	2,6	3,87	1,27	0,34%
Ríos y Otros	21,91	21,9	-0,01	0,00%
SUMA	378,64	378,64	15,22	4,00%

Otro aspecto a tomar en cuenta sobre el análisis de masas inestables es que aquellas que previo al llenado del embalse se consideraban inestables y que posterior al llenado del embalse se encuentran bajo el espejo de agua no presentan riesgo por cuanto un deslizamiento de las mismas no genera consecuencias de importancia. En general existe un incremento de áreas que tienen probabilidades de desarrollar un movimiento de masas de acuerdo a la misma metodología utilizada durante la fase de evaluación de línea base, especialmente en las áreas mapeadas con grado de amenaza muy alta. También se incrementan las áreas con amenaza muy baja por cuanto áreas que estaban categorizadas como de riesgo mediano quedan bajo el espejo de agua y en función de aquello pasan a la categoría de muy bajo.

#### Criterios de calificación de impactos:

- El impacto es negativo por cuanto la activación de fenómenos geodinámicos puede afectar al proyecto o al área de influencia directa del mismo. Los deslizamientos y movimientos de masas causan perdidas económicas en las áreas afectadas.
- La presencia del fenómeno es probable por cuanto la variación de esfuerzos efectivos y las variaciones en los niveles freáticos con el tiempo son factores determinantes en la ocurrencia de deslizamientos y movimientos de masa.
- El desarrollo del fenómeno es rápido por cuanto el llenado del embalse y las posteriores variaciones de nivel por la operación del proyecto se dan en períodos cortos de tiempo.
- La duración del impacto es a largo plazo por cuanto la generación del embalse será permanente pero los taludes volverán a encontrar su estado de equilibrio con el tiempo.
- La magnitud relativa del impacto es baja por cuanto las áreas que sufren un aumento en su categorización de grado de amenaza, que representan el 23,67% del área 1.

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA (Ce)						
Activación de fenómenos geodinámicos (movimientos	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
en masa: deslizamientos) y derrumbes	-1	0,60	0,73	8,33	23,67	-2,23

# Impactos sobre las aguas superficiales

Impacto Cod. O11	Afección de la calidad de aguas superficiales
Acción generadora	Llenado y formación del embalse
	Almacenamiento de agua





	Generación de residuos domésticos, sólidos y líquidos
	Generación de residuos peligrosos y especiales, sólidos y líquidos
Indicador	Longitud de río afectado (%)
Subfactor	Calidad físico química y bacteriológica de aguas superficiales
Descripción	

En cuanto a la afección a la calidad de agua, podemos decir que:

En cuanto al llenado y formación del embalse, la probabilidad de eutrofia es inherente a este y está asociado al primer llenado por la cantidad de materia orgánica a estabilizar de manera inicial; de las 3037,22 ha. de la superficie inundada, el 77% es decir 2335,23 ha. están cubierta de vegetación, de las cuales el 91,16% es vegetación arbórea de muy lenta descomposición, el 8,47% es pasto y otros cultivos, la mayor parte con presencia de árboles, lo demás (0,37%) es vegetación arbustiva, estos y la materia vegetal que se encuentra depositada en el suelo y la existente inmediatamente por debajo del mismo, son de relativamente rápida estabilización (6 meses).

Esta estabilización de la materia orgánica demanda una gran cantidad del oxígeno disuelto en el agua (elevada DBO) por lo que es conveniente proceder al llenado inicial en época húmeda donde la temperatura del agua es más baja que en verano y por lo tanto más oxigenada, llenar el embalse lentamente para tener bajos tiempos de residencia y una pronta renovación con agua con más oxígeno, extrayendo el agua a diferentes profundidades.

Para un caudal de 1385 m3/s y el volumen de 1500 hm3, el tiempo de llenado del embalse del PHS es de 12,53 días, en este llenado inicial si se considera va a realizarse de una sola vez, el oxígeno disuelto es consumido estabilizando la materia orgánica inundada, pero es renovado con la entrada de más agua rica en oxígeno y de menor temperatura que la del embalse, con lo que ocupará una zona por debajo de la superficie desplazando el agua pobre en oxígeno en los primeros días, luego habrá una zona anóxica sobre el fondo favoreciendo la descomposición anaerobia con producción de metano, la calidad del agua cambiará de manera impredecible, a más del contenido de oxígeno disuelto, los sólidos suspendidos tienden a sedimentar pero se van a incrementar por el aporte de material en zonas inundadas y la erosión que se va a producir en las orillas del embalse, el hierro y manganeso va a mantenerse precipitado en el sedimento mientras exista oxígeno o, en su ausencia se solubilizarán a formas reducidas solubles.

En los puntos considerados en la línea base y que son inundados, el ICA se verá alterado negativamente por la disminución de oxígeno, aumento de turbiedad y aumento de la densidad de bacterias coliformes.

En cuanto al almacenamiento de agua, se tiene que:

a) Lleno el embalse y considerando su volumen útil de 1.100 hm³ y un tiempo de residencia de 8,6 días, que significa que en un año el agua del embalse se renueva 40 veces; donde la radiación solar de la zona y el viento son factores importantes para remover la capa superior de agua un poco más caliente provocando un ascenso de capas inferiores más frías y una mezcla en la columna de agua; existirá también una marcada circulación horizontal continua de las aguas por el gran caudal de ingreso (caudal medio de 1385 m³/s) y la salida que diariamente variará entre 500 m³/s y 3000 m³/s provocando una variación del nivel de agua del embalse, factores que favorecen la mezcla en la columna de agua, la menor temperatura del agua del río comparada con la de la capa superior del embalse provoca también mezcla en la columna de agua. La salida de agua del embalse es importante ya que estando cercana a la superficie evacua agua más caliente pobre en nutrientes, existiendo cierta retención de nutrientes y materia orgánica pero mezclando la columna de agua. Estas condiciones de





mezcla favorecen siempre la presencia de oxígeno disuelto en la columna de agua, ocurriendo reacciones de oxidación formándose anhídrido carbónico a partir de la materia orgánica y manteniendo el azufre como sulfatos, y el nitrógeno como nitratos. La tasa de sedimentación será baja y por ende menor la profundidad que alcanza la luz solar reduciendo la productividad sobre todo en la zona cercana a la presa de mayor profundidad y donde llegan los sólidos suspendidos finos. La materia vegetal inundada seguirá mineralizando pero sin provocar un déficit marcado de oxígeno, el hierro, manganeso y fosforo estarán como precipitados insolubles; no estando disponible este último la productividad primaria del embalse será poca.

b) Si la mezcla no fuera completa, se establecería una gradiente de temperatura, estratificándose el embalse, la zona inferior será pobre en oxigeno dando lugar a reacciones de reducción con producción de metano, ácido sulfhídrico, amoniaco, que finalmente escapan al ambiente, hierro y manganeso reducidos solubles en el agua que luego pueden oxidarse y precipitar nuevamente; el fosforo es liberando del sedimento para ser asimilado aumentando la productividad y favoreciendo la eutrofización.

El control del aporte de fosforo, debido a aguas residuales domésticas, desechos sólidos (botaderos de basura, rellenos sanitarios y lo producido por la población dispersa), estiércol de animales, escorrentía superficial y la biomasa inundada, es importante.

En el primer caso se espera que la calidad del agua sea próxima a la calidad del agua de los ríos, la cantidad de nutrientes como Fosforo y Nitratos en el punto Snt-01, punto de construcción de obras, son <0.76 mg/l y <0,35 mg/l respectivamente; los valores de nitratos están dentro de lo normal, en el caso del fosforo en el peor de los casos (0,35 mg/l) es como 10 veces mayor a lo aceptado, sin embargo la turbiedad impedirá se aproveche en la fotosíntesis y como la renovación del agua es constante no se producirá acumulación. En el segundo caso el ICA se verá alterado significativamente.

En cuanto a la disposiciónde desechos, aportes de aguas residuales domésticas nuevas estarán dados por el campamento de operación que tendrá un servicio de agua segura de 1 l/s que será como máximo el caudal de aguas servidas, que son evacuadas al río Sunkants (15 a 20 l/s) y luego al embalse, la dilución y renovación del agua en el embalse hace que su efecto no sea significativo, aun sin tratamiento. Sin embargo el río Sunkants va a verse disminuido en su calidad en la misma proporción que el rio Ichipiakumi Chico (200 lt/s), para el caso de las descargas de aguas servidas del campamento de construcción (15 lt/s).

Aguas abajo de la pantalla el agua tomada de la parte superior del embalse tendrá una temperatura un poco mayor que lo normal y un contenido de sólidos sedimentables menor y una mejor calidad bacteriológica expresada como una menor densidad de coliformes fecales.

También se pueden dar alteraciones de la calidad muy puntuales por operación y mantenimiento de los equipos propios de la central hidroeléctrica que requieran un régimen especial de limpieza, también en los talleres de mantenimiento se generarán efluentes que contengan aceites, grasas y combustibles. Las turbinas lubricadas con aceite podrían eventualmente en algún momento tener fugas y contaminar el río aguas abajo, la lubricación con agua atenúa esta posibilidad.

Los residuos sólidos generados en centros poblados ubicados aguas arriba del embalse, son retenidos por el embalse provocando la contaminación del recurso. Este efecto se produce en un tramo aproximado de 1 km en todas las colas del embase que corresponden a los ríos Upano, Paute, Negro, Yungantza.

## Criterios de calificación del impacto:

De lo anterior se desprenden que en el almacenamiento de agua la probabilidad de un deterioro de la





calidad del agua en el embalse dada las condiciones indicadas es de clase adversa, con presencia cierta, de desarrollo lento y de duración permanente. La Magnitud Relativa baja y expresada en porcentaje, se hace referencia a la longitud de los ríos del embalse (110,58 km), el río Santiago desde la presa hasta el límite con el Perú (60,45 km), y además los 4 kilómetros correspondientes a las colas del embalse, dando un total de 175,03 km que en comparación con los 331,42 km de ríos incluidos en el Área 1, representan un 52,81%.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)									
Afección a la calidad de aguas	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се			
superficiales	-1	1	0,4	10	52,81	-4,48			

Impacto Cod. O12	Cambio de uso del recurso agua
Acción generadora	Llenado y formación embalse
	Almacenamiento de agua
	Operación y mantenimiento de equipos electromecánicos e instalaciones
	Operación del campamento
Indicador	Longitud de tramo de río con cambio de uso (km), %
Subfactor	Uso del recurso
Subfactor	Uso del recurso

#### Descripción

Durante la fase de operación del proyecto, e I llenado y formación del embalse y el almacenamiento de agua generan una alteración del flujo normal del agua, lo cual implica un cambio en el uso actual del recurso hídrico. De igual manera, la alteración del flujo normal del agua por la presencia de la presa, implica una reducción del caudal aguas abajo de la presa, afectando principalmente a los caudales máximos.

Aguas arriba de la presa se evalúa el impacto sobre los usos del agua como consecuencia del llenado y formación el embalse y el almacenamiento de agua, y aguas abajo de la presa se evalúa el impacto sobre los usos del agua debido a la operación y mantenimiento de equipos electromecánicos e instalaciones y la operación de las obras anexas como campamentos, cuyas descargas no necesariamente estarán sobre el curso principal.

El uso principal del agua en los ríos en el área de estudio es la conservación y preservación de la flora y fauna, cuya afección variará acorde al área de inundación del embalse, respecto a los usos antropogénicos que se dan en el área de estudio. En el caso del PHS, la cola del embalse alcanza hasta los ríos Zamora y Namangoza y sus afluentes. En el caso de los afluentes al río Namangoza, la cola del embalse alcanza a los ríos Paute, Negro, Upano, Yungantza, Ayangasa, Naytza y Wadipis, en el caso de los afluentes al río Zamora, la cola del embalse alcanza a los ríos Maycuenza, Napintza y Yangunza. Los principales usos afectados por el área de inundación del embalse son los siguientes:

- Usos generales de Riego, Domésticos y Abrevaderos. Dentro del Área 1 del PHS se han identificado tres concesiones para uso general de riego en la subcuenca del río Namangoza, una concesión para uso doméstico en la subcuenca del río Upano y una concesión para uso doméstico en la subcuenca del río Paute. Con la operación del proyecto se tendrá una nueva concesión de agua para uso doméstico, destinada para el funcionamiento del campamento permanente, requiriéndose un caudal de 0,90 lt/s.
- Minería Artesanal. La economía de las poblaciones del área d estudio 1, está dinamizada por esta actividad de orden informal, las principales zonas de extracción se encuentran en el





Río Zamora antes de la junta con el Río Santiago, sitio que sería inundado con la construcción de la presa del PHS.

- Transporte: Si bien el ingreso a las comunidades que se encuentran en la confluencia de los ríos Zamora y Namangoza es posible realizarlo por tierra, se lo realiza principalmente en canoa por el tiempo de ahorro en el traslado de insumos, ésta zona navegable se verá afectada por el proyecto.
- Pesca. No es uno de los principales sistemas de producción en la zona, más bien, esta actividad es complementaria para el uso consuntivo. La afección de este uso está relacionada con el área inundada.

Aguas abajo de la presa, la reducción de los caudales máximos afecta a los usos del agua asociados a la preservación de la flora y fauna. La longitud de río afectada aguas abajo de la presa es de 62,85 km dentro del A1.

# Criterios de calificación del impacto:

De esto se desprenden impactos de Clase Adversa (-1).

Los impactos han sido calificados con Presencia Cierta (1) con Desarrollo Muy Rápido (0,8 – 1,0) Dependiendo de la ubicación de la actividad, así, aquellas cercanas a las márgenes de los ríos tendrán una mayor calificación en estos aspectos. La duración ha sido determinada como Permanente (10) debido al tiempo de permanencia de la obra.

La Magnitud del impacto se ha determinado mediante la relación entre el tramo de los ríos que se estiman serán afectados versus la longitud total de los cauces que forman parte del área de estudio. Si se consideran los ríos Santiago, Zamora, Namangoza y sus afluentes se cuenta con una longitud de 110,58 km a ser afectada por el embalse, y aguas abajo de la presa la longitud de río afectada es de 60,45 km. La longitud total de río afectada con respecto al A1 es del 51,61%.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Cambio de uso del recurso	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се		
agua	-1	1,0	1,0	10	51,61	-6,61		

Impacto	Alteración de cursos de agua
Cod. O13	
Acción generadora	Llenado y formación embalse
Indicador	Longitud afectada (km)
Subfactor	Patrones naturales de escurrimiento

# Descripción

Uno de los impactos que se generan durante la etapa de llenado y formación del embalse es la alteración de los cursos de agua, lo cual se debe principalmente al cambio en los patrones naturales de escurrimiento debido a la inundación generada por la presencia de la presa, lo que produce el cambio de ambiente de río a lago. Esta área de inundación afecta a diferentes tramos, tanto de los ríos principales como también de sus afluentes.

La formación del embalse provocará la afectación del río Namangoza, el río Zamora y el río Santiago, así como de sus afluentes: los ríos Paute, Negro, Upano, Yungantza, Ayangasa, Naytza, Wadipis, Maycuenza, Napintza y Yangunza. Al llenarse el embalse, los cauces de los ríos afluentes reducirán su longitud natural encontrando un lago artificial antes que el cauce del río. Este fenómeno se produce conforme a las fluctuaciones de nivel en el embalse, las cuales dependen del tipo de operación hidráulica establecida para el proyecto.





En el PHS, la longitud total de afectación o alteración de los cursos de agua por inundación del embalse, tanto de los ríos principales como de sus afluentes es de 110,58 km.

Los principales efectos de la alteración de los cursos de agua están relacionadas con la modificación de las características físicas y química del agua, debido al paso de un régimen lótico a un régimen léntico. Las principales modificaciones son las siguientes:

- El agua embalsada da lugar a una mayor cantidad de sedimentos que provocan cambios en los parámetros como la temperatura del agua superficial, la cual está ligada a la irradiación recibida. Esto hace que las aguas profundas del embalse experimenten una secuencia cíclica caracterizada por dos periodos: 1) un periodo de "mezcla térmica" con temperatura similar en profundidad, y otro 2) periodo de "estratificación térmica" con aguas más cálidas en superficie y más frías en el fondo e imposibilidad de mezcla vertical de capas de agua.
- En lo que respecta al color, en las aguas de embalses suele existir una relación directa entre el color y el pH, de forma que cuando aumenta el segundo lo hace el primero. El color de las aguas profundas de embalses durante la época de estratificación térmica es marcadamente superior al del agua superficial.
- En cuanto a la turbidez, en las aguas superficiales, ésta evoluciona pareja a la de aporte de aguas de escorrentías al medio, a su vez provocada por las lluvias, especialmente, si éstas son torrenciales o se producen en terrenos susceptibles de fácil erosión, la turbidez se reduce con la sedimentación natural. En los embalses, el periodo de mezcla presenta alta turbidez en toda la columna de agua, mientras que durante la estratificación térmica las aguas superficiales bajan la turbidez que va incrementándose con la profundidad del agua.

## Criterios de calificación del impacto:

De esto se desprenden impactos de Clase Adversa (-1).

Los impactos han sido calificados con Presencia Cierta (1) con Desarrollo Muy Rápido (0,8 – 1,0). La duración ha sido determinada como Permanente (10) debido al tiempo de permanencia de la obra. La Magnitud del impacto se ha determinado mediante la relación entre el tramo de los ríos que se estiman serán afectados versus la longitud total de los cauces que forman parte del área de estudio. Si se consideran los ríos Santiago, Zamora, Namangoza y sus afluentes se cuenta con una longitud de 110.58 km a ser analizada. En este caso el porcentaje total de afectación con respecto al Área 1 es del 33,37%.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Alteración de cursos de agua	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се		
	-1	1,0	0,8	10	33,37	-4,87		

Impacto Cod. O14	Atenuación de crecidas y estiajes
Acción generadora	Almacenamiento de agua
Indicador	Reducción de caudales (%)
Subfactor	Régimen de caudales
Descripción	
El almacenamiento de	el agua en el embalse durante la etapa de operación del proyecto trae como

2. dimaggiamente dei agua en el empares darante la ciapa de operación del proyecto mas centre





consecuencia la atenuación de crecidas y estiajes, y por tanto, la alteración del régimen de caudales, debido a que se modifican las variaciones del estado y las características de la masa de agua que se repiten regularmente en el tiempo, en el espacio y de manera cíclica. Esto se debe principalmente al efecto de laminación del embalse el cual depende de la superficie de espejo de agua. Si el embalse no está lleno, queda lo que se denomina resguardo, el cual permite almacenar en él la parte inicial de una avenida o hacerla desaparecer por completo si su volumen es inferior a este resguardo. Por otra parte, el almacenamiento de agua, favorece la disminución de estiajes, ya que almacena el agua necesaria para utilizarla cuando el ciclo hidrológico no lo proporciona.

En el caso del PHS, durante la fase de operación se plantea el funcionamiento de una turbina durante todo el tiempo, descargando un caudal de 488 m3/s, con lo cual se garantiza la disminución de estiajes, y por tanto, no se producirá ningún impacto hidrológico en los caudales mínimos.

En cuanto a la atenuación de las avenidas (disminución de los picos de las avenidas), los embalses pueden disminuir de forma importante los efectos de las avenidas El efecto natural de atenuación de las avenidas en su circulación por los ríos se ve incrementado en los embalses de forma automática y se puede optimizar con unas adecuadas reglas de operación de la presa.

En el caso del PHS, el embalse da lugar a la atenuación o disminución de los picos de las avenidas aguas abajo de la presa. Así por ejemplo, en las siguientes figuras se muestran tres hidrogramas en régimen natural y en régimen de operación en el sitio del PHS; en el primer caso se destaca que la relación entre el caudal máximo en régimen natural (5639 m3/s) y el caudal máximo en régimen de operación (2829 m3/s) es de 2, lo que significa que la avenida se disminuye en un 50%; en el segundo caso, la relación entre el caudal máximo en régimen natural (4704 m3/s) y el caudal máximo en régimen de operación (2861 m3/s) es de 1.6, lo que significa que la avenida se disminuye en un 40%; y en el tercer caso, la relación entre el caudal máximo en régimen natural (4089 m3/s) y el caudal máximo en régimen de operación (1158 m3/s) es de 3.5, lo que significa que la avenida se disminuye en un 70%. Para evaluar la magnitud del impacto se determinó el promedio de la atenuación de avenidas registrada en los 29 años del periodo de análisis, dando como resultado una reducción de las avenidas del orden del 32%.

El principal efecto de la disminución de las avenidas está ligado a la afectación de los ecosistemas colindantes aguas abajo de la presa.

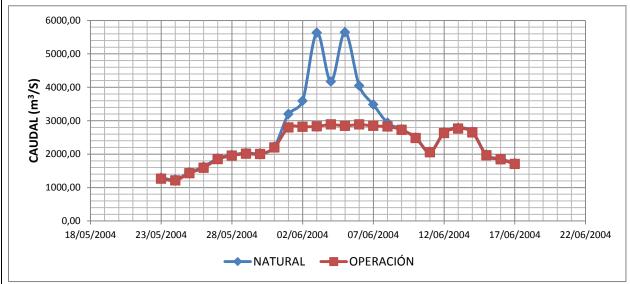


Gráfico O14-1. Efecto de disminución de avenidas, 2004





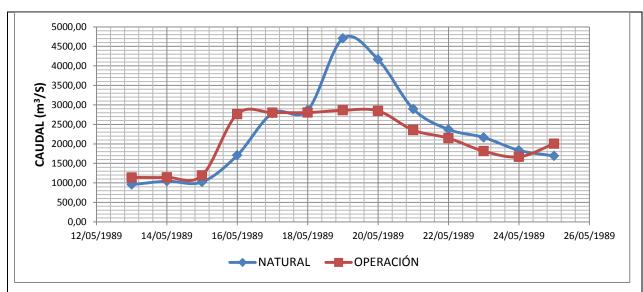


Gráfico O14-1. Efecto de disminución de avenidas, 1989

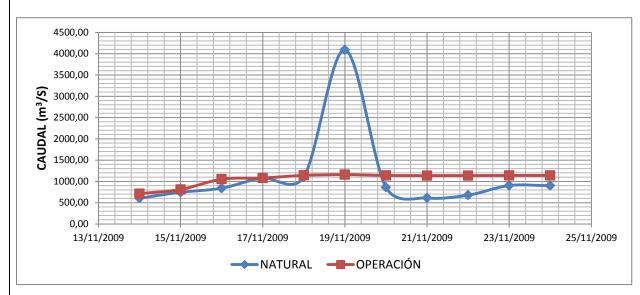


Gráfico O14-1. Efecto de disminución de avenidas, 2009

Criterios de calificación del impacto:

De esto se desprenden impactos de Clase Adversa (-1).

Los impactos han sido calificados con Presencia Cierta (1) con Desarrollo Muy Rápido (0,8 – 1,0). La duración ha sido determinada como Permanente (10) debido al tiempo de permanencia de la obra.

La Magnitud del Impacto se ha determinado mediante la relación entre el promedio de caudales de avenida en régimen de operación y el promedio de caudales máximos diarios en régimen natural, expresada en porcentaje, lo que equivale a un 32%.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
	de	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се	
crecidas y estiajes		-1	1,0	1,0	10	32	-5,24	





Impacto Cod. O15	Cambio del régimen de flujo
Acción generadora	Llenado y formación embalse  Operación y mantenimiento de equipos electromecánicos e instalaciones
Indicador	Longitud de tramo de río afectada (%)
Subfactor	Régimen de caudales
Descripción	

El régimen de flujo se refiere a las variaciones del estado y las características de una masa de agua que se repiten regularmente en el tiempo, en el espacio y son cíclicas. No obstante, estas variaciones que se producen en régimen natural pueden verse afectadas durante la operación del proyecto. Es así que, el llenado y formación del embalse produce un cambio en el régimen de flujo aguas arriba de la presa al pasar de un régimen lótico a un régimen léntico en un tramo considerable correspondiente al trayecto del embalse. El cambio de régimen de flujo como consecuencia de la operación del PHS, se debe principalmente a la formación del embalse. El cambio supone la sustitución del flujo natural, con sus corrientes y remansos, por un flujo de aguas lentas, casi quietas. El cambio supone la sustitución del flujo natural, con sus corrientes y remansos, por un flujo de aguas lentas, casi quietas.

Los principales efectos del cambio del régimen de flujo se producen en el primer llenado del embalse, que puede dar lugar a anoxia debido a la descomposición de la vegetación. De igual manera, los embalses cambian el flujo de agua, sedimentos y nutrientes y causan cambios en la morfología fluvial y las características de los ecosistemas adyacentes. También producen cambios en la calidad del agua, debido a las modificaciones en las propiedades físicas y químicas del agua, los cuales tienen efectos en la flora, fauna y ecosistemas adyacentes debido a los cambios en la temperatura, oxígeno disuelto y nutrientes. A continuación se destacan los efectos en la temperatura, color, turbidez y conductividad::

- La temperatura del agua superficial está ligada a la irradiación recibida, en el caso de las aguas profundas de embalses se podría experimentar una secuencia cíclica caracterizada por dos periodos: 1) un periodo de "mezcla térmica" con temperatura similar en profundidad, y otro 2) periodo de "estratificación térmica" con aguas más cálidas en superficie y más frías en el fondo e imposibilidad de mezcla vertical de capas de agua.
- En lo que respecta al color, en las aguas de embalses suele existir una relación directa entre el color y el pH, de forma que cuando aumenta el segundo lo hace el primero. El color de las aguas profundas de embalses durante la época de estratificación térmica es marcadamente superior al del agua superficial.
- En lo que respecta a la turbidez, en las aguas superficiales, ésta evoluciona pareja a la de aporte de aguas de escorrentías al medio, a su vez provocada por las lluvias, especialmente, si éstas son torrenciales o se producen en terrenos susceptibles de fácil erosión, la turbidez se reduce con la sedimentación natural. En los embalses, el periodo de mezcla presenta alta turbidez en toda la columna de agua, mientras que durante la estratificación térmica las aguas superficiales bajan la turbidez que va incrementándose con la profundidad del agua
- Respecto a la transparencia, medida utilizada en estudios limnológicos, se pueden producir alteraciones provocadas por las floraciones algales en la masa de agua.
- En cuanto a la conductividad, ésta se produce por los electrolitos disueltos en el agua, en los embalses, la conductividad durante el periodo de mezcla suele ser inferior que en el periodo de estratificación térmica, y en este caso, las aguas anóxicas del fondo presentan valores más altos de conductividad que las de superficie. El valor de pH de las aguas superficiales está entre 6 8.5, y en los embalses, el pH varía cíclicamente, disminuyendo con la profundidad del agua. Estos efectos no solo pueden ser perceptibles en la zona de embalse, sino que también se dejarían notar aguas arriba del embalse y aguas abajo de la presa.

Los efectos arriba indicados tienen una relación directa con cambios en los hábitats actuales y por ende





las afectaciones directas a la vida acuática, las mismas que son detalladas en las fichas de impacto del componente ictiológico.

## Criterios de calificación del impacto:

De esto se desprenden impactos de Clase Adversa (-1).

Los impactos han sido calificados con Presencia Cierta (1) con Desarrollo Muy Rápido (0,8 – 1,0). La duración ha sido determinada como Permanente (10) debido al tiempo de permanencia de la obra.

La Magnitud del impacto se ha determinado mediante la relación entre el tramo de los ríos que se estiman serán afectados versus la longitud total de los cauces que forman parte del área de estudio. Si se consideran los ríos Santiago, Zamora, Namangoza y sus afluentes se cuenta con una longitud de 110,58 km que será afectada. En este caso el porcentaje total de afectación con respecto al Área 1 es del 33,37%.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Cambio del régimen de flujo Clase Pr De Du Mr Ce								
	-1	1,0	1,0	10	33,37	-5,34		

Impacto Cod. O16	Interrupción del flujo aguas abajo de la presa
Acción generadora	Almacenamiento de agua
Indicador	Cambios en los caudales (%)
Subfactor	Patrones naturales de escurrimiento

#### Descripción

Durante la operación del PHS, el almacenamiento de agua por la presencia de la presa supone la interrupción y variación de los caudales y los regímenes de escurrimiento aguas abajo de la misma. Esto es consecuencia de dos factores importantes: por una parte, el efecto barrera ocasionada por la presencia en sí de la infraestructura (presa) y, por otra parte, las reglas de gestión establecidas para la operación de la presa, las cuales a su vez determinan los nuevos patrones de escurrimiento aguas abajo de la misma.

Los principales efectos de la interrupción del flujo aguas abajo de la presa son los siguientes:

- Modificación de los procesos biofísicos y regímenes naturales del río Santiago en detrimento directo e indirecto de los ecosistemas colindantes.
- Interrupción o modificación de los procesos de erosión y deposición de sedimentos, así como los naturales de inundación de las planicies y recarga de agua del subsuelo, afectando también a los ecosistemas colindantes.
- Modificación del balance de sedimentos (tamaño y tipo de partículas), lo cual influye en la distribución de la vegetación a lo largo del río.

La determinación de la magnitud del impacto se establece mediante la comparación de los caudales en régimen natural y caudales en régimen de operación.

De acuerdo a las reglas de operación establecidas para el proyecto, se considera que durante todo el tiempo estará operando una turbina, por lo que se garantiza un caudal mínimo de 488 m3/s. El promedio de los caudales mínimos durante el periodo de operación es de 626 m3/s y en régimen natural es de 517 m3/s. En la siguiente figura se representa el régimen de caudales mínimos, tanto en condiciones naturales como en condiciones de operación para un periodo de análisis de 29 años. Se destaca que prácticamente no existe un impacto en los caudales mínimos como consecuencia de la operación del





#### proyecto.

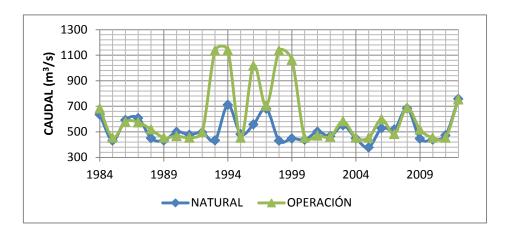


Gráfico O16-1. régimen de caudales mínimos

En lo que respecta a los caudales medios diarios, el promedio en régimen natural es de 1385 m³/s y en régimen de operación es de 1345 m³/s. En la siguiente figura se representa el régimen de caudales medios diarios, tanto en condiciones naturales como en condiciones de operación para un periodo de análisis de 29 años. Se destaca que prácticamente no existe un impacto en los caudales medios diarios como consecuencia de la operación del proyecto.

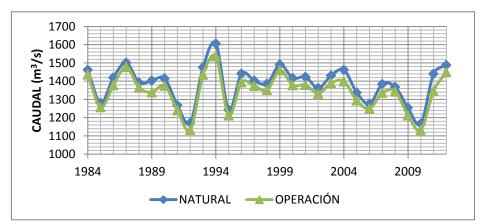


Gráfico O16-2. Régimen de caudales medios

Finalmente, en lo que respecta a los caudales máximos diarios, el promedio de los caudales máximos diarios para los 29 años del periodo de análisis en régimen natural es de 4194 m³/s y en régimen de operación es de 2839 m³/s. En la siguiente figura se representa el régimen de caudales máximos, tanto en condiciones naturales como en condiciones de operación para un periodo de análisis de 29 años. Se destaca que el mayor efecto de la interrupción del flujo aguas abajo de la presa, es la reducción de los caudales máximos diarios. En promedio para el periodo de análisis, se produce una reducción de los caudales máximos del orden del 32% como consecuencia del almacenamiento de agua durante la operación del proyecto.





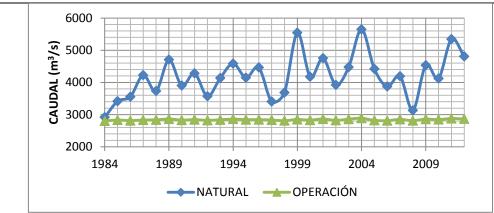


Gráfico O16-3. Régimen de caudales máximos

# Criterios de calificación del impacto:

De esto se desprenden impactos de Clase Adversa (-1).

Los impactos han sido calificados con Presencia Cierta (1) con Desarrollo Muy Rápido (0,8 – 1,0). La duración ha sido determinada como Permanente (10) debido al tiempo de permanencia de la obra.

La Magnitud del impacto se ha determinado mediante la determinación del porcentaje de cambio en los caudales máximos diarios, equivalente al 32%.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)									
Interrupción del flujo aguas	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се			
debajo de la presa	-1	1,0	1,0	10	32	-5,24			

## Impactos sobre el paisaje

Impacto Cod. O17	Pérdida de calidad visual y paisaje
Acción generadora	Llenado y formación y variación del embalse y sus variaciones de nivel
	Almacenamiento de agua
Indicador	Cuencas visuales
Subfactor	Calidad escénica
Descripción	

En la fase de operación, todos los elementos del proyecto hidroeléctrico ya han sido construidos. Las vías, campamentos, canteras, sitios de disposición de escombros y materiales de exceso, son elementos que fragmentan el paisaje natural. Las zonas con mayor afectación visual serán los corredores de los ríos inundados, debido a que desaparecerán las márgenes y los flujos torrentosos, así como parte de la vegetación natural de los corredores de los ríos y sus orillas donde se producirá una zona gris por las fluctuaciones del nivel de agua.

La presencia del dique causa una interrupción brusca en el paisaje, creando un contraste brusco entre el embalse y el cauce seco aguas abajo del dique, hasta que se estabilice el embalse.

El método de análisis de los impactos que mejor satisface los requerimientos para este estudio es el análisis de cuencas visuales, porque evidencia desde donde en el territorio potencialmente puede verse los componentes del proyecto.

El detalle descriptivo del impacto en el Apéndice. ANEXOS DE FICHAS IMPACTOS. Paisaje. ANEXO 2: Impactos visuales. Operación; y en la Figura del Anexo 8 - Mapa de la cuenca visual del embalse. Variación entre la cota máxima y mínima de este mismo Apéndice.





Para las simulaciones 3D efectuadas, el tipo de impacto se manifiesta a través de la variación del nivel de agua, entre la cota máxima y la cota mínima, lo que provoca una pérdida de la vegetación en el corredor de los ríos, vegetación, accesos existentes y la afectación de las dos comunidades indígenas, La Unión y Yukiantza, las cuales quedarán sumergidas.

### Criterios de calificación del impacto:

El impacto visual en la etapa de operación, durante el llenado, formación del embalse y el almacenamiento de agua son: clase negativa, su presencia cierta, el desarrollo es muy rápido, su duración es permanente y su magnitud es muy baja, comparando el área a ser inundada 3037,23 ha con el área de estudio 1, representando el (8,02%).

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)							
		Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
Pérdida de calidad visual	la	-1	1	0,9	10	8,02	-3,505

Impacto Cod. 018	Afectación a unidades y subunidades de paisaje
Acción generadora	Llenado y formación y variación del embalse y sus variaciones de nivel
	Almacenamiento de agua
Indicador	Superficie de afectada
Subfactor	Unidades y subunidades de paisaje
Descripción	

En términos de impactos sobre las unidades de paisaje, el factor que afectará las Unidades y Subunidades de Paisaje será la formación del embalse. Se esperan las siguientes pérdidas:

Tabla O18-1: Pérdida Unidades de Paisaje

Simulación de los impactos en las Unidades de paisaje	Pérdi unida pai	En el área de estudio	
	ha	%	%
Corredor del río	764,32	26,69	2,02
Colinas escarpadas	1975,2	8,55	5,22
Colinas suaves	229,37	3,07	0,61
Terrazas	68,34	1,55	0,18
TOTAL	3037,23		8,02

La unidad más afectada por la formación del embalse es la de Colinas Escarpadas, con una pérdida de 1975 ha, lo que corresponde a 8,55% del total de su área y a 5,2% del área de estudio. Sin embargo, en términos de porcentaje, de las unidades existentes, la que más pierde territorio es el Corredor del Río (26,69 %).

Tabla O18-2: Pérdida Sub-unidades de Paisaje

Simulación de los impactos en las Sub- unidades de paisaje	Pérdida de un paisa	En el área de estudio	
	ha	%	%
Agropecuario	786,98	5,43	2,08
Vegetación (alterada)	1478,98	7,38	3,91
Urbano	6,95	1,52	0,02
Valle abierto	627,41	24,30	1,66





Valle en "v"	136,91	48,70	0,36
Afloramiento Rocoso	0	0	0
Laguna	0	0	0
TOTAL	3037,23		8,02

La tabla anterior muestra se muestra que la sub-unidad más afectada por la formación del embalse en área es el "Vegetación (alterada)", con la perdida de, con una pérdida de 1479 ha, lo que corresponde a 7,38 % del total de su área y a 3,91 % del área de estudio. Sin embargo, la sub unidad más afectada relativamente a su área total es el "Valle en v", con una pérdida de case mitad de su área (48,7 %), que corresponde a 137 ha y, la sub-unidad "Valle abierto", con la pérdida de 24 % de su área. El total de esta afección por el embalse que cubre un área de 3037,23 ha que representa el 8,02 % del área de estudio 1

#### Criterios de calificación del impacto:

La clasificación ecológica (Ce) en cada acción generadora tiene un impacto de clase negativa, Presencia Cierta, su Desarrollo será muy rápido, su Duración es permanente y su magnitud relativa es muy baja.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)									
Afectación subunidades	a de nai	unidades isaie	У	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
subunidades de paisaje				-1	1	0,9	10	8,02	-3,51

Impacto Cod. O19	Pérdida y afectación de recursos escénicos
Acción generadora	Llenado y formación y variación del embalse y sus variaciones de nivel
	Almacenamiento de agua
Indicador	Cuencas visuales
Subfactor	Calidad escénica
Descripción	

En la fase de línea base se identificaran cuatro sitios catalogados como recursos escénicos:

- i. Confluencia del Río Paute con el Río Negro. Bella Unión
- ii. Confluencia del Río Upano con el Río Namangoza. Patuca
- iii. Río Yukiantza en la confluencia con el Río Namangoza
- iv. Corredor del Río Santiago entre la confluencia del Río Zamora y el Río Namangoza y hasta la ubicación de la presa PHS.

Con el embalse lleno, se espera una pérdida de los recursos escénicos en el Corredor del Río de 100%, es decir que todos los recursos escénicos se perderán. Aún, se espera una variación del nivel de agua, dependiente de la operación de la represa entre los 334 metros (cota mínima) e los 353 metros (cota máxima), de 841,33 ha.

Para cada una de estas áreas se ha hecho el análisis del territorio con el embalse lleno y vacío, de acuerdo con el detalle que se incluye en el Apéndice. ANEXOS DE FICHAS IMPACTOS. Paisaje ANEXO 3.: Afectación a recursos escénicos.

# Criterios de calificación del impacto:

La clasificación ecológica (Ce) en cada acción generadora tiene un impacto de clase negativa, Presencia cierta, Desarrollo muy rápido, Duración permanente y de Magnitud relativa muy alta pues se pierden todos los recursos escénicos levantados en línea base.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Afectación escénicos	а	recursos	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
CSCCITICOS			-1	1	0,9	10	100	-9,30





Impacto Cod. O20	Creación de una unidad de paisaje y recurso escénico
Acción generadora	Llenado y formación y variación del embalse Almacenamiento de agua
Indicador	Superficie en ha
Subfactor	Atractivo turístico
Descripción	

Con el embalse, y la formación del lago, hay un potencial de creación de oportunidades de recreación y turismo sobre el área del proyecto, debido a la proximidad de los poblados, lo que permite el acceso al área del lago de la presa y mejora de su entorno paisajístico.

Tabla: O20-1. Formación de unidades de paisaje y recurso escénico

Simulación de los impactos en las Unidades de paisaje	Creación de unidades de paisaje	En el área de estudio	
de paisaje	ha	%	
Laguna creada por el embalse	3037	8,02	
TOTAL	3037	8,02	

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC. CÍA. LTDA.

La nueva unidad paisajística Laguna creada por el embalse, ocurre cuando se estabilice el embalse, en las cotas de operación. Se espera que su área varié entre los 2195,90 ha de cota NAMINO y los 3037 ha con cota del NAME, lo que corresponde a 8,02 % del área de estudio.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto descrito es de Clase positiva pues con el embalse se crea un recurso escénico, es de Presencia cierta, de Desarrollo Muy rápido, de Duración permanente y de Magnitud relativa muy baja en comparación con el área 1

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Creación de unidad de paisaje y recurso	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се		
escénico	1	1	0,9	10	8,02	3,51		

# Impactos sobre el componente biótico

# Impactos sobre la flora silvestre

Impacto Cod. O21	Pérdida de vegetación natural y bosques nativos
Acción generadora:	Almacenamiento de agua
Indicador:	ha de bosque nativo
Subfactor:	Riqueza y abundancia de las especies
Descripción:	

El almacenamiento de agua durante la etapa de operación del proyecto eliminará la cobertura vegetal natural que se encuentra en el área de inundación (Numeral 5.3.1.2.2 Flora Silvestre, Capítulo 5.3 Línea Base Área 1) donde la composición florística en el Área 1, registra un total de 517 especies que





corresponden a 83 familias y 257 géneros, con una alta riqueza de especies y por ende una alta riqueza genética.

De esta manera se tendrá una pérdida representada por: bosque nativo con 1847,10 ha (60,82% del área del embalse), vegetación de ribera 276,46 ha (9,10%) y bosque secundario 9,56 ha (0,31%); que suman 2133,12 ha.

#### Criterios de calificación del impacto:

<u>Clase:</u> su clase es negativa debido a la eliminación de la vegetación nativa que se encuentra en el área de inundación.

Presencia: su presencia es cierta ya que el represamiento del agua es segura.

Desarrollo: su desarrollo es muy rápido pues se estima que el embalse se llenará en 12 días.

<u>Duración:</u> La duración del impacto en la actividad de almacenamiento de agua es permanente debido a que las áreas permanecerán inundadas durante la vida útil del proyecto.

Magnitud relativa: La superficie de vegetación natural que se perderá con el almacenamiento del agua alcanza un total de 2133,22 ha; que representa un 5,63 % del área 1.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Pérdida de vegetación	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce		
natural y bosques nativos	-1	-1	0,8	10	5,63	-3,32		

Impacto Cod. O22	Pérdida de individuos de especies endémicas
Acción generadora:	Almacenamiento de agua
Indicador:	Número de individuos endémicos
Subfactor:	Especies endémicas
Descripción:	

En el almacenamiento de agua se perderán individuos de las especies endémicas allí presentes como son Saurauia adenodonta, Saurauia herthae, Spirotheca rimbachiiy Cinchona lucumifolia.

De las especies endémicas: Suarauia adenodonta y S. herthae están bajo la categoría de preocupación menor LC (León-Yánez et al., 2011) debido a que presentan una amplia distribución desde 0 a 3000 m de altura; Cinchona lucumifolia categorizada como Vulnerable de extinción VU (León-Yánez et al, 2011), en el área de estudio es una especie rara y Spirotheca rimbachii, en el área de estudio se registró únicamente en los bordes escarpados de ríos y quebradas, por lo que en el área de inundación será la más afectada.

Para cuantificar el impacto se tomó en cuenta los tipos de cobertura en donde se registró especies endémicas como son: Bosque maduro 1847,32 ha y Vegetación de ribera 276,46 ha; que totalizan 2123,56 ha.

Con estos valores se calculó el porcentaje de afectación a los individuos de las especies endémicas considerando que se perdería un individuo de una especie endémica por ha.

#### Criterios de calificación del impacto:

<u>Clase:</u> su clase es negativa ya que se eliminarán individuos de especies endémicas presentes.

<u>Presencia:</u> su presencia es cierta por tratarse de una actividad necesaria para el funcionamiento de la central.

Desarrollo: su desarrollo muy rápido ya que se estima que el llenado de la presa será en 12 días.

<u>Duración:</u> la duración del impacto en la actividad de llenado del embalse es permanente debido a que las áreas permanecerán inundadas durante la vida útil del proyecto.

Magnitud relativa: para establecer la magnitud relativa se consideró la pérdida de un individuo endémico por ha; por lo tanto, en el área de inundación se perderán 2123,56 individuos que comparados con los





37864,12 individuos de área 1, representa un (5,61%).				
CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)				

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Pérdida de individuos de	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се		
especies endémicas	-1	-1	0,8	10	5,61	-3,31		

# Impactos sobre la fauna silvestre terrestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna

Impacto Cod. O23	Pérdida de hábitats de fauna silvestre terrestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna					
Acción generadora	Llenado y formación del embalse					
Indicador	Porcentaje de pérdida de hábitats (ha)					
Subfactor	Composición y estructura de poblaciones de mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna					
Descripción						

La descripción de este impacto tiene similitud a la descrita en la ficha para la etapa de construcción, con la diferencia dada por la acción generadora y por el área de afectación. De esta manera, la formación del embalse provocará una modificación en los hábitats disponibles para la fauna silvestre terrestre, lo que tendrá un efecto directo sobre la composición y estructura de sus poblaciones.

El área de afección se evalúa de acuerdo al porcentaje de ecosistemas útiles para la fauna silvestre que se perderán o serán afectados por la formación del embalse, en relación al área total del embalse, sumando un total de 2413,85 ha y representando un 6,38 % del área de estudio 1. Dentro de estos ecosistemas se tomaron en cuenta:

Eriales: 104,42 ha

Misceláneo indiferenciado: 21,56 ha

Pasto cultivado con presencia de árboles: 150,45 ha

Vegetación arbórea húmeda medianamente alterada: 1916,52 ha

Vegetación arbórea húmeda muy alterada: 12,15 ha

Vegetación arbórea húmeda no alterada: 32,59 ha

Vegetación arbórea húmeda poco alterada: 167,66 ha

Vegetación arbustiva húmeda medianamente alterada: 4,65 ha

Vegetación arbustiva húmeda muy alterada: 0,38 ha

Vegetación arbustiva húmeda poco alterada: 3,47 ha

# Criterios de calificación del impacto:

Clase: Negativa debido a que los efectos sobre el componente son adversos.

Presencia: Cierta debido a la creación del embalse.

<u>Desarrollo</u>: Muy rápido porque el efecto de pérdida de hábitat es inmediato a la inundación.

<u>Duración:</u> Permanente ya que el embalse se mantiene durante toda la vida útil del proyecto.

Magnitud Relativa: Para obtener el valor de este criterio se utilizó el porcentaje de hábitats útiles para la fauna silvestre terrestre que se verá afectado, en relación al área de estudio1.

Valor de la Magnitud Relativa: 6,38 %.

# CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)





Pérdida de hábitats de fauna	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
silvestre terrestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	-1	1	1	10	6,38	-3,45

Impacto Cod. O24	Perturbación de Hábitats de Fauna Silvestre Terrestre
Acción generadora	Almacenamiento de Agua
Indicador	Perturbación de Hábitats (ha), Interacciones y Procesos Ecológicos.
Subfactor	Composición y Estructura de Poblaciones.
Descripción	

La descripción de este impacto es igual a la descrita para la fase de construcción, la única diferencia viene dada por la acción generadora, y por ende el área de afectación. De igual manera, la creación del embalse provocará una modificación en los hábitats disponibles para la fauna silvestre, lo que tendrá un efecto directo sobre la composición y estructura de sus poblaciones.

Los efectos de borde suelen ser muy complejos y no solo afectan a la diversidad y abundancia de las especies, sino que alteran procesos ecológicos, ya que la estructura del bosque cambia desde el borde hacia la parte central o interna del bosque. La fuerza de estos efectos dependerán de varios factores, siendo uno de los más importantes la matriz con la que limita y la forma del borde (Laurance et al. 2011). Muchas especies no se adaptan a las condiciones del hábitat modificado por la formación del embalse, como el cambio en los hábitats de la zona litoral, el cambio en las condiciones acuáticas o el cambio en la vegetación a orilla del embalse. Las especies que viven en hábitats asociados a ríos y pantanos son vulnerables a los cambios por drenaje o inundación, así como por la pérdida de conexión entre estos hábitats y su fuente de agua.

De igual manera, uno de los parámetros utilizados fue el porcentaje de ecosistemas útiles para la fauna que se verán perturbados en relación al área 1, tomando en cuenta el máximo de longitud de afección para los grupos de fauna (250 m) hacia el interior del bosque, resultando en un total de 4446,44 ha y representando un 11,74 % del área 1.

- Eriales: 5,58 ha

- Misceláneo Indiferenciado: 66,07 ha

Pasto Cultivado con Presencia de Árboles: 130.17 ha

- Vegetación Arbórea Húmeda Medianamente Alterada: 3716,96 ha

Vegetación Arbórea Húmeda Muy Alterada: 27,95 ha

Vegetación Arbórea Húmeda No Alterada: 136,75 ha

- Vegetación Arbórea Húmeda Poco Alterada: 322,35 ha

- Vegetación Arbustiva Húmeda Medianamente Alterada: 28,58 ha

- Vegetación Arbustiva Húmeda Muy Alterada: 7,87 ha

- Vegetación Arbustiva Húmeda Poco Alterada: 4,16 ha





El otro parámetro está referido también a los efectos e interacciones y procesos que se producirán y se verán afectados por las actividades de almacenamiento de agua en el embalse, listadas en la ficha de construcción.

### Criterios para la Calificación del Impacto

Clase: Negativa debido a que los efectos sobre el componente son adversos.

Presencia: Cierta debido a la creación del embalse.

Desarrollo: Muy rápido porque el efecto de pérdida de hábitat es inmediato a la inundación.

<u>Duración:</u> Permanente ya que el embalse se mantiene durante toda la vida útil del proyecto.

<u>Magnitud Relativa:</u> Alta. Para obtener el valor de este criterio se utilizó una matriz de ponderación en la que se incluyeron dos parámetros: los ecosistemas útiles para la fauna que serán perturbados en relación al área 1, y las interacciones y procesos ecológicos que serán afectados.

Se utilizan los mismos criterios de ponderación y promedio ponderado, utilizados en la ficha de construcción.

Tabla O24-1. Criterios de ponderación

Variable	Porcentaje	VI	VP
Área	11,74	1	11,74
Interacciones y Procesos	100	2	200
TOTAL		3	211,74

Valor de la Magnitud Relativa: 70,58 %.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)							
Pérdida de Hábitats	Clase Pr De Du Mr Ce						
	-1	1	1	10	70,58	-7,94	

#### Impactos sobre la Ictiofauna y componente planctónico

Impacto	Afectación a peces
Cod. O25	
Acción generadora	Almacenamiento de agua
Indicador	Tramo de afectación fluvial (km)
Subfactor	Poblaciones y comunidades de peces
Descripción	

Las siguientes afectaciones a los peces por la presencia de la presa y el embalse se prevé en la etapa de operación del PHS:

- . El embalse de tipo pasivo cubrirá la vegetación existente en la superficie del área del embalse y originará procesos de descomposición orgánica y los sólidos en suspensión aumentarán, originando un hábitat inapropiado para la vida de los peces. Las especies endémicas y nativas de peces, estarían en grave situación ambiental por aislamiento y pérdida de hábitat. (Ver Listado de peces en el numeral 5.3.1.2.4 Componente acuático de Línea Base).
- . Las 29 especies de peces identificadas en el inventario de línea base serían altamente afectadas por pérdida del sistema ecológico; estas especies son de río (sistema lótico) y se encontrarían con un embalse (sistema léntico), tendrían dos opciones: adaptarse al cambio ecológico o extinguirse.

.Los efectos de pulso en el embalse a ser causado por la manipulación humana de los niveles de agua





durante la regulación de los flujos para generación de energía eléctrica y abastecimiento, pueden ser frecuentes o infrecuentes, debido a la abertura de compuertas; fluctuaciones del nivel de agua que saldrá con sólidos en suspensión. Los sólidos suspendidos taponarán las agallas de los peces que habitan aguas abajo del sitio de presa, ocasionando su muerte.

. El agua almacenada tendrá una formación dendrítica ocasionando inundación de sitios de desove (fresarios); los peces hasta adaptarse a este nuevo ambiente perderán las ovas, los alevines serán fácil presa de peces depredadores (piscívoros), y las poblaciones y comunidades bajarán en frecuencia. Este efecto se presentará en toda la longitud de los drenajes presentes en el área 1.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto será negativo para las especies ictiológicas; su presencia será cierta (Pr); se desarrollará en forma lenta (De). La Duracion será permanente hasta el tiempo de vida útil del Proyecto. La Magnitud (Mr) Muy Alta, los procesos de adaptación de especies de río que presentan afinidad sensorial a la corriente de agua (reotactismo), ocasionarán graves pérdidas a la diversidad acuática. Esta afección está dada en la longitud total de los ríos del área 1 (331,42 km) que representa un 100 %.

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA (Ce)						
Afectación a peces Clase Pr De Du Mr Ce						
	-1	1,0	1,0	10	100	10,0

Impacto Cod. O26	Afectación al plancton y perifiton (Sobrereproducción de algas negativas para la operación de la central)
Acción generadora	Almacenamiento de agua
Indicador	Tramo de afectación fluvial (km)
Subfactor	Poblaciones de plancton y perifiton
Descripción	

La presencia del embalse (agua estancada) potenciará los radicales PO4 (fosfato), NO3 (nitrato), NH3 (amoníaco), permitiendo el desarrollo de la productividad primaria (algas) como las Clorofíceas que colorean las aguas a la tonalidad verde; la tendencia de la calidad del agua será de oligotrofia (aguas claras y bien oxigenadas) a mesotrofia (aguas medianamente turbias y medianamente oxigenadas).

De considerar un escenario donde el tiempo de retención del agua en la represa son mayores a 8,6 días (caso 2 mezcla no completa), entrará en procesos de eutrofización afectando el caudal ambiental aguas abajo así como a las turbinas de la casa de máquinas debido a la presencia de algas silícicas que tienen un efecto abrasivo en metales así también debido a la presencia de H2S (ácido sulfhídrico) y de iones PO4 y NO3 que tienen efectos corrosivos. Las aguas actualmente presentan 0,76 mg/l de NO3; nitritos 0,03 mg/; amoniaco, fósforo 0,35, (Estévez, F.A., I984) lo que permite cualificarles como oligotrófica pero el dato de amoniaco 0,3 mg/ identifica el agua como mesotrófica; estos datos se potencializan cuando se almacene el agua dando posibilidades a floraciones algales.

El embalse tendrá una forma dendrítica donde se presentan numerosas colas o entradas, que estarán sujetas a que estas se eutrofiquen y proliferen las algas de darse una falta de circulación del agua; esto se produce debido a que el agua que ingresa es más fría y más densa que la del embalse y circula por la parte inferior.

Si el tiempo de retención del agua es bajo, el fitoplancton presentará estrategia C <u>identificadas por altas tasas de regeneración de las algas</u>, aumentaría la herbivoría y la presencia de zooplancton. La transferencia de energía de fitoplancton hacia el zooplancton sería rápida. La proliferación del





fitoplancton será un efecto negativo en la masa de agua.

#### Criterios de calificación del impacto:

Los efectos serán ciertos (Pr), con un proceso lento (De), y de duración permanente, la cola del embalse llegará al río Zamora y Namangoza con una Magnitud (Mr) Muy Alta. Esta afección está dada en 110,58 km de longitud de los ríos de un total de 331,42 km del área 1, lo que representa un 33,37 %.

	CALIFICACIÓN ECOLÓGICA (Ce)								
Afectación	al	plancton	У	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
perifiton				-1	1,0	0,2	10,0	33,37	-3,47

#### Impactos sobre macroinvertebrados

Impacto Cod. O27	Perdida y perturbación del hábitat de macroinvertebrados bentónicos
Acción generadora	Llenado y formación embalse. Almacenamiento de agua. Operación y mantenimiento de equipos electromecánicos e instalaciones. Generación de residuos domésticos, sólidos y líquidos. Generación de residuos peligrosos y especiales, sólidos y líquidos.
Indicador	Porcentaje de hábitat afectado.
Subfactor	Poblaciones de macroinvertebrados
Descripción	

El llenado y formación del embalse del proyecto hidroeléctrico genera la transformación de un tramo del río donde se ubicará el embalse el cual se convierte de un ecosistema lótico a uno léntico, transformando el ecosistema actual del sector y provocando perdida de hábitat para muchas especies de macroinvertebrados existentes.

Una vez lleno el embalse, la operación de equipos e instalaciones (manejo de la presa) se convierte en un factor crítico en el establecimiento de los macroinvertebrados acuáticos; los principales problemas que el embalse (almacenamiento de agua) produce es cuando este se somete a grandes variaciones de nivel, convirtiendo a sus zonas litorales en desiertos biológicos, ya que no hay organismos específicamente adaptados a este tipo de variaciones. (García, D. 2008). Además, está el hecho de que la presa genera retención de sedimentos, homogenizando el sustrato y rellenando de sedimentos el medio intersticial, recubriendo todos los sustratos naturales (gravas, piedras y cantos rodados), siendo este fundamental para la mayoría de las especies de macroinvertebrados, puesto que sirve como depósito seguro para sus huevos, además de refugio y criadero para sus diferentes estadios (larvarios y adultos).

Diversos estudios (ver bibliografía) han determinado que existe una correlación positiva entre la riqueza de macroinvertebrados y la diversidad del sustrato; por lo tanto, a menor diversidad de sustratos menor diversidad de macrobentos. El hecho de homogenizar el hábitat favorece la colonización de dípteros convirtiéndose en una fuente potencial de vectores. Por otra parte, la retención de agua provoca una gran acumulación de materia orgánica alóctona que viene de los poblados aguas arriba.

Otro factor que perturba a los macroinvertebrados es que los embalses sirven de refugio a numerosas aves que se alimentan de los mismos, por lo que afectan las poblaciones del propio embalse como a las de tramos del río contiguo.

Aguas abajo de la casa de máquinas un primer factor a considerar es la estabilidad geomorfológica del cauce sometido a un régimen de caudales diferente; esta inestabilidad del cauce se traduce con frecuencia en erosión de fondos y orillas que produce sedimentos finos y que son arrastrados por la corriente; estos sedimentos producen daños a la epidermis de los organismos facilitando la entrada de toda clase de patógenos y parásitos, además de dañar especialmente los sistemas respiratorios de los animales acuáticos. (60,45 km)

Otro factor a tomar en cuenta es la regulación de caudales que se proporcione a la presa, ya que esta regulación puede disminuir la diversidad y la abundancia de las poblaciones presentes en el sector debido a que son muy pocas las especies que pueden mantenerse en condiciones que alternen periodos de elevados caudales con períodos de bajos caudales en el mismo día, los aumentos súbitos que producen las turbinas cuando comienza su funcionamiento causan el arrastre de los organismos,





por el contrario cuando el nivel de las aguas baja bruscamente al dejar de funcionar las turbinas, los macroinvertebrados se ven confinados a orillas y partes del cauce que se quedan en seco o aisladas de la corriente (charcas), en cuyas condiciones no pueden sobrevivir, siendo solo las especies que pueden migrar a la zona intersticial, las que resisten adecuadamente la regulación hidroeléctrica de caudales y sus poblaciones, en muchos casos, se hacen dominantes en la comunidad macrobéntica.

Finalmente, si el régimen hidráulico provoca fuertes oscilaciones diarias de caudal, las perturbaciones en la comunidad de macroinvertebrados son importantes, quedando la fauna reducida a especies tolerantes a fuertes corrientes en el centro del cauce, y a las capaces de desplazarse rápidamente a posiciones de refugio.

La generación y disposición de aguas residuales comunes, especiales y peligrosas, van a contribuir con el aumento de materia orgánica e inorgánica al río; los principales contaminantes orgánicos son proteínas, carbohidratos, aceites y grasas de origen animal además de fenoles, organoclorados y organofosforados, entre otros, lo que genera cambios en las condiciones físico químicas del agua, provocando la pérdida de poblaciones de macroinvertebrados.

Es necesario indicar que los macroinvertebrados son parte de la cadena alimenticia de la fauna acuática, por lo que al verse afectado este recurso se ven afectados el resto de especies involucradas en la misma.

El embalse y la operación de la presa, afecta a los hábitats de los ríos Namangoza, Upano, Paute, Negro, Yungantza, Zamora y Santiago los cuales tienen una calidad biológica del agua que varía entre Dudosa, Aceptable y Buena. Esta afección se estima en 171,03 km de longitud de los mencionados ríos que representa el 51,61% de la longitud de los ríos en el área 1.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa y de presencia cierta, el desarrollo del impacto es muy rápido, y la duración del efecto es permanente, el factor determinante para valorar el impacto es la magnitud relativa, la cual se estableció por la longitud de ríos afectados comparado con la longitud total de los ríos del Área 1 (331,42 km).

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)							
Perdida y perturbación del hábitat de	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се	
macroinvertebrados bentónicos	-1	1	1	10	51,61	-6,61	

# Impactos sobre los ecosistemas naturales terrestres

Impacto: Cod. O28	Pérdida y afectación a funciones ecológicas de los ecosistemas terrestres
Acción generadora:	Almacenamiento de agua
Indicador:	ha de cobertura vegetal natural
Subfactor:	Bienes y servicios ambientales
Descripción:	

La pérdida y afectación de procesos ecológicos, debido a la actividad de almacenamiento de agua se relaciona con la afectación de la cobertura vegetal natural presentes en el área de inundación o del embalse y que fueron anteriormente descritos para la fase de construcción, esto es:

- . Los bosques nativos constituyen ecosistemas funcionales para el desarrollo normal de plantas y animales propias de la región y los bosque de ribera son ecosistemas de gran importancia ecológica debido a que esta vegetación proporciona sombra, regulan la temperatura del agua y la mantienen oxigenada; además, aportan alimentos importantes para los organismos lóticos; tienen también gran incidencia sobre la forma del cauce y controlan la erosión lateral del mismo.
- . Retención de nutrientes y partículas sólidas que provienen de la erosión o de su propia escorrentía, mejorando notablemente la calidad del agua.
- . Formación de corredores ecológicos.





Los 46 bienes y servicios afectados han sido detallados en el ITEM Ecosistemas naturales, de la Línea base de este estudio. Ver Tabla bienes y servicios ambientales de los ecosistemas naturales del Área 1.

Para cuantificar la magnitud del impacto se sumó las áreas de ecosistemas (Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú con 1050,87 ha; Bosque siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes con 4,33 ha y Bosque siempreverde piemontano sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor-Kutukú con 0,49 ha) donde se dan estos procesos ecológicos y que van a ser afectados por las obras y el embalse que dan un total de 1055,69 ha.

## Criterios de calificación del impacto:

Clase: su clase es negativa debido a la eliminación de hábitats naturales.

Presencia: su presencia es cierta, pues la creación del embalse es un elemento esencial del proyecto.

Desarrollo: su desarrollo es muy rápido ya que se estima que el embalse se llenará en 12 días.

<u>Duración:</u> la duración del impacto en la actividad de almacenamiento de agua es permanente debido a que las áreas permanecerán inundadas durante la vida útil del proyecto.

<u>Magnitud relativa:</u> para establecer la magnitud relativa se realizó un cruce entre la cantidad de ha de bosque nativo (1055,69 ha) y el área total de estudio (37864,12ha), lo que representa el 2,79 %.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Pérdida y afectación de funciones ecológicas de los	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
funciones ecológicas de los ecosistemas terrestres	-1	1	0,8	10	2,79	-3,16

Impacto: Cod. O29	Reducción de servicios ambientales de regulación de gases (secuestro de carbono)
Acción generadora:	Almacenamiento de agua
Indicador:	Fijación de C y Captación de CO2
Subfactor:	Servicios ambientales
Descripción:	

El almacenamiento de agua que se llevarán a cabo en la etapa de operación del proyecto, provocarán una reducción de la cobertura boscosa que tendrá un efecto directo sobre las funciones que estos desarrollan en relación a la captura de carbono.

Este proceso se da en los ecosistemas boscosos a través del intercambio de carbono con la atmósfera mediante la fotosíntesis y la respiración, lo que se traduce en un almacenamiento que se da tanto en la biomasa como en el suelo. Un adecuado manejo de los bosques y la preservación de bosques nativos pueden llevar a la acumulación de grandes cantidades de C, una estrategia fundamental en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y la regulación del clima.

Los ecosistemas terrestres y el suelo son depósitos considerables de C. Entre estos, los ecosistemas tropicales merecen un enfoque especial debido a su capacidad de almacenar y fijar el carbono emitido a la atmósfera, al ser ecosistemas complejos, generan un mayor porcentaje de biomasa reflejando altos volúmenes de captura, debido entre otras cosas a su rápido ritmo de sucesión.

Con la finalidad de resaltar la importancia de la conservación mediante las diversas formas en que se utiliza la biodiversidad están los bienes y servicios que aporta el capital natural (MAE, 2012). Entre los servicios ambientales de los bosques nativos se encuentra el carbono almacenado y la regulación de gases de efecto invernadero. En este sentido, en el área de estudio se estimó 50,8 t/ha de carbono almacenado y 171,5 t/ha de CO2 fijado. Además que se estimó un valor económico de 508 dólares americanos por ha de carbono almacenado y \$1.710,5 dólares por el secuestro de CO2 por cada hectárea. Ver el ITEM Inventario forestal de la Línea Base de este estudio.

En este sentido, para cuantificar la pérdida o reducción de carbono almacenado y la fijación de CO2, se cuantificó el área de bosque nativo, que está prestando estos servicios (2133,12 ha) que se encuentra





en el área de inundación, con esta información se calculó el porcentaje de afectación.

#### Criterios de calificación del impacto:

Clase: su clase es negativa debido a la pérdida de los servicios ambientales.

Presencia: su presencia es cierta ya que el represamiento del agua es parte esencial del proyecto.

Desarrollo: su desarrollo es muy rápido pues se estima que el embalse se llenará en 12 días. (0,8)

<u>Duración:</u> La duración del impacto en la actividad de almacenamiento de agua es permanente debido a que las áreas permanecerán inundadas durante la vida útil del proyecto.

<u>Magnitud relativa</u>: Para establecer la magnitud relativa se realizó un cruce entre el área afectada (2133,12 ha) afectada por el almacenamiento de agua comparándola con el área 1, lo que representa el 5,63% del área 1.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Reducción de servicios	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
ambientales de regulación de		4				0.00
gases (secuestro de carbono)	-1	1	0,8	10	5,63	-3,32

Impacto Cod. O30	Pérdida de bienes ambientales: productos forestales maderables
Acción generadora:	Almacenamiento de agua
Indicador:	Valor económico del potencial forestal (maderas)
Subfactor:	Bienes y servicios ambientales
Descripción:	

Con la finalidad de resaltar la importancia de la conservación mediante las diversas formas en que se utiliza la biodiversidad están los bienes y servicios que aporta el capital natural (MAE, 2012). Entre los bienes y servicios ambientales de los bosques nativos se encuentra el potencial forestal. En este sentido en el estudio de inventario forestal del área de inundación se determinó 19 especies que son expendidas en el mercado de las 183 especies registradas. Las 19 especies juntas tienen un volumen de 47,79 m³/ha, con un valor en el mercado de 14.533,40 dólares por ha (Ítem Inventario forestal de la Línea base ambiental de este documento).

Para cuantificar el impacto se tomó en cuenta el área de vegetación nativa (bosque maduro) en donde se ha registrado especies con potencial forestal (1847,10 ha).

# Criterios de calificación del impacto:

<u>Clase:</u> su clase es negativa debido a que el almacenamiento de agua eliminará los árboles con potencial forestal que se encuentran en el área de inundación.

Presencia: su presencia es cierta ya que el represamiento del agua es parte esencial del proyecto.

Desarrollo: su desarrollo es muy rápido pues se estima que el embalse se llenará en 11 días. (0,8).

<u>Duración:</u> La duración del impacto en la actividad de almacenamiento de agua es permanente debido a que las áreas permanecerán inundadas durante la vida útil del proyecto.

<u>Magnitud relativa</u>: Para establecer la magnitud relativa se realizó un cruce entre la vegetación nativa en donde se registró individuos de especies forestales (1847,10) ha, lo que representa el 4,88% del área de estudio 1.

	CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Pérdida de bienes	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се	
ambientales: productos forestales maderables	-1	1	0,8	10	4,88	-3,27	





# Impactos sobre los ecosistemas naturales acuáticos

Impacto Cod. O31	Afectación a los procesos ecológicos de migración de peces
Acción generadora	Almacenamiento de agua
Indicador	Tramo de afectación (km)
Subfactor	Procesos ecológicos: migraciones
Descripción	

El impacto está relacionado con el cambio de régimen de río a embalse y la consecuente imposibilidad de migración de peces.

El cambio de sistema lótico (ríos) a léntico (embalse) en el sistema hídrico del río Santiago es un impacto de conversión de sistemas ecológicos que producirán los siguientes efectos:

- Aislamiento zoogeográfico: los peces quedarán separados por el dique, una población en la cuenca aguas arriba del dique y otra aguas abajo. El banco genético de las especies tendrá un deterioro en el tiempo. Las especies aisladas quedarán en los ríos: Namangoza (43, 69 km), Zamora (23,46 km), Yunganza (0,15 km), Bomboiza (0,83 km), Negro (3,81 km), donde las aguas se tornarán quietas.
- 2. En el estudio de la Línea Base se determinó que el 41% de las especies registradas realizan migraciones a mediana escala; las cuales realizan desplazamientos desde las lagunas que forma el río Santiago en territorio peruano, el 35% de las especies no realizan migraciones, el 17% realizan migraciones cortas entre el río Santiago y sus tributarios como el Coangos, Yaupi, Zamora, Namangoza y Upano; estas migraciones de corta distancia tienen causas tróficas y se desarrollan para encontrar presas en Characidos generales de tamaño pequeño y mediano. Por su parte, el 7% de las especies realizan grandes migraciones desde la baja Amazonía a los piedemontes andinos donde desovan; este proceso está sincronizado con el ciclo hidrológico y reproductivo de las especies.
- 3. Existe un gradiente continuo de condiciones físicas desde la cabecera hasta la boca de los sistemas lóticos donde se realiza "un continuo de ajustes biológicos a lo largo del sistema que comprende la adaptación de las comunidades a la dinámica física y de las condiciones circundantes, y comprende una sustitución continua de especies tanto en el tiempo como longitudinalmente, durante el cual se establecen comunidades con diferentes patrones de manejo de la energía representada por las entradas de materia orgánica, las comunidades de la parte baja son más eficientes que aquellas localizadas río arriba. La represa rompe la estructura de este como un sistema de río continuo.
- 4. El embalse, presentará temperaturas medias, cargas de materia orgánica natural y antrópica, incremento de sales, turbidez, fitoplancton desarrollado, únicamente sobrevivirán los peces que puedan adaptarse al agua estancada; habrán especies que al no adaptar desaparecerán en el tiempo; la endogamia o cruces con individuos de parentesco cercano será el proceso de extinción de las poblaciones aguas arriba del embalse.
- 5. Cuando el tiempo de retención es menor que 10 días el embalse total puede considerar como zona de río con alta homogeneidad de tasas de flujo y en distribución de la temperatura, tanto vertical como horizontalmente; si la retención es de 10 o 100 días se desarrollará una estratificación con separación vertical de las capas superficiales mezcladas por el viento; si es mayor a 100 días se desarrollará una estratificación típica. Estas condiciones provocarán en los peces un efecto de rebote, es decir habrá un alejamiento de la ictiofauna que llega al embalse.

#### Criterios de calificación del impacto:

Este impacto es negativo (CI), es cierto (Pr), es Muy rápido pues se presentará en forma inmediata (De), de Duración Permanente (Du) y de Magnitud (Mr) será alta debido al cambio de Sistema Ecológico, pues el embalse se constituye una barrera infranqueable para peces que realizan migraciones entre los





ríos Santiago en la parte final del área de estudio 1 y los ríos aportantes al embalse como son el Zamora, Namangoza y Upano, impidiendo que las especies migratorias realicen los recorridos que normalmente realizan.

	CALIFICA	ACIÓN ECOI	LÓGICA (Ce	)		
Afectación a procesos ecológicos de migración ictiológica en el río	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
Santiago	-1	1,0	1,0	10,0	100	-10,0

Impacto	Cambio del sistema lótico a léntico de los ríos			
Cod. O32				
Acción generadora	Almacenamiento de agua			
Indicador	Tramo de afectación (km)			
Subfactor	Procesos ecológicos: eutrofización			
Descripción				

Se refiere al cambio de un sistema de aguas corriente (lótico) a un sistema de aguas embalsadas (léntico). A continuación se describen los procesos y efectos del impacto:

- 1. La presencia del embalse potenciará los radicales PO4 (fosfato), NO3 (nitrato), NH3 (amoniaco), permitiendo el desarrollo de la productividad primaria (algas) como las Clorofíceas que se visualizan por el efecto la coloración en las aguas a la tonalidad verde; la tendencia en las aguas será el paso de mesotrofia a eutrofia, situación que destaca una potencial afectación a las turbinas en la casa de máquinas, por el efecto corrosivo de estas algas.
- 2. En la base de la columna de agua se producirán reacciones anaeróbicas, ello originará la presencia de Fe++ de efecto negativo para las turbinas debido a que es altamente oxidante.
- 3. El embalse tendrá una forma dendrítica donde se presentan numerosas colas o entradas, y en el caso en el que el agua que ingresa al embalse produzca una mezcla de agua que no sea completa, estarán sujetas a que estas se eutrofiquen y proliferen las algas por la falta de circulación del agua; se alterará la calidad física (opacidad) y biológica del agua en este caso por películas de hongos sobre el espejo del agua.
- 4. En la profundidad del embalse, habrá descomposición de la materia orgánica a gran escala en el agua, que causará notables desequilibrios en el ecosistema, originados en primer término, por el consumo de oxígeno, que puede ser de tal magnitud, que el medio se convierte en un ambiente anaeróbico; bajo esas condiciones se forman compuestos intermedios como NH4 (amonio), CH4 (metano), y H2S (ácido sulfhídrico), sustancia tóxicas para la mayoría de los organismos, como el fitoplancton y zooplancton.
- 5. Nutrientes y eutrofización: como producto de la descomposición aeróbica de la materia orgánica se forman en último término, dióxido de carbono, agua y sales minerales, de las cuales las más importantes como nutrientes son los nitratos y fosfatos. El fenómeno de eutrofización, de presentarse estará, íntimamente ligado a estos dos iones, el enriquecimiento del medio por nitrógeno y fósforo, denominado eutrofización, provoca un crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas, las cuales por su gran actividad fotosintética durante el día y respiratoria durante la noche, provocan cambios fisicoquímicos profundos con fuertes oscilaciones de oxígeno y pH en los ciclos día-noche. Los procesos ecológicos en este lago artificial no serán normales, como se presentan en los lagos naturales, debido a un represamiento en la cuenca hidrográfica, y un almacenamiento de todos los eventos antrópicos de la misma.
- 6. Existirá un aumento de la biomasa producción primaria y secundaria generando aumento de la biodiversidad de vegetación acuática. Los florecimientos de cianofitas que son algas oportunistas y excelentes capturadoras de nitrógeno estarán sobre las clorofitas o algas verdes.





Las cianofitas producirán un desbalance en la calidad del agua, que presentara biotoxinas.

- 7. Efectos negativos en las zonas del embalse:
  - . Zona ribereña (cola del embalse): esta zona presentará restos vegetales entremezclados con capas de sedimentos clásticos. En ella, la velocidad del flujo disminuye rápidamente, sedimentándose partículas de arena, limo grueso, al igual que material orgánico particulado. La velocidad y la turbulencia no mantienen por mucho tiempo las algas en suspensión, la alta turbidez minimizará la penetración lumínica, por lo que la fotosíntesis será baja. Esto disminuirá los procesos de las cadenas tróficas.
  - . Zona de transición (zona media del embalse): en esta área existirá sedimentación de arcillas y limos de tamaño grueso a medio y materia orgánica particulada. Es una zona donde habrá anoxia, por el procesamiento biológico de materia orgánica particulada fina que agota rápidamente el oxígeno hipolimnético. Estas condiciones aceleran la desnitrificación (incremento del amonio) y la resolubilización del fósforo, el manganeso y el hierro absorbidos al material orgánico particulado sedimentado, y la liberación del ácido sulfhídrico (H2S) a la columna de agua. Este desbalance química impactara en las cadenas alimenticias dentro de la masa acuática.
  - . Zona lacustre (zona de presa): tendrá aproximadamente 150m de profundidad; en ella predominará el plancton, disminuirá la sedimentación de material inorgánico. La penetración de la luz será suficiente para promover la producción primaria, como la vegetación flotante.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es negativo, con Presencia cierta debido a que se presentan en todos los embalses de agua, el proceso será de desarrollo Lento (De), y es de Duración Permanente pues permanecerá durante el tiempo de vida del embalse (Du), la magnitud será Baja (Mr) pues se presentará en toda la longitud del embalse que comparado con la longitud de los ríos del área 1 representa el 33,37%.

	CALIFICA	CIÓN ECO	LÓGICA (Ce	)		
Cambio del sistema lótico a	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
léntico en los ríos	-1	1,0	0,2	10	33,37	-3,47

Impacto Cod. O33	Aparición de vegetación acuática indeseable (macrofitas) en el embalse y creación de vectores de enfermedades
Acción generadora	Almacenamiento de agua
Indicador	Longitud de río (km)
Subfactor	Ecosistemas acuáticos

# Descripción

En la Zona lacustre (zona de presa) que tendrá aproximadamente 150m de profundidad; en ella predominará el plancton, disminuirá la sedimentación de material inorgánico. La penetración de la luz será suficiente para promover la producción primaria, como la vegetación flotante

# El impacto generado por el crecimiento de material vegetal indeseable al proyecto y sus efectos:

1. La acumulación de nutrientes suspendidos (NO3, PO4, CO3) en el agua del embalse, ocasionará la presencia de macrofitas como *Eichhornia crassipes*, o "jacinto de agua"; esta planta acuática superficial se llega a reproducir en forma rápida, 160 kilos por hectárea en 42 horas (NASA, Joseph, 1976) ocasionando dificultad en la navegación dentro del embalse, e impide el ingreso de luz en la columna de agua, disminuyendo la fotosíntesis y el oxígeno del agua, afectando su calidad.





- 2. La columna de agua en el embalse tendrá 150m de profundidad; existirá una zona fótica (con luz) y una zona afótica (de penumbra); en el fondo del embalse al no presentar luz, no se realiza fotosíntesis y determinará procesos anóxicos, las bajas cantidades de oxigeno impedirán la presencia de peces en la zona limnética del embalse.
- 3. Las principales consecuencias ecológicas, de presentarse la eutrofización en el embalse radicará en la excesiva proliferación de algas y macrofitas, las cuales exceden la capacidad de herbívora de los invertebrados y de los peces. Al morir este exceso de algas y plantas van al fondo, donde el proceso de consumo de oxígeno se complica cada vez más, pudiendo presentarse un evento ecológico anóxico (sin oxígeno).
  La muerte de esta vegetación flotante incrementa las partículas orgánicas en descomposición en el embalse, ocasionando una alta demanda de oxígeno, disminuyendo de 8mg/l probablemente a 3mg/l o 2mg/, condiciones ambientales desfavorables para los peces El agua anóxica se carga de hierro disuelto (Fe++) y ácido sulfhídrico (H2S) puede causar graves problemas de corrosión a nivel de las turbinas. Esto se debe a que el hierro es altamente
- 4. Explicación ecológica complementaria. La gramínea *Paspalun repens*, una de las macrofitas acuáticas más abundantes en la región amazónica, puede alcanzar valores hasta 600 g de peso seco por metro cuadrado y por día, esta biomasa entrará en proceso de descomposición (Roldan, G.2008).

#### Generación de vectores en el embalse:

oxidante y el ácido sulfhídrico es altamente corrosivo.

La descomposición de las macrófitas por bacterias aeróbicas puede contribuir a una desoxigenación extensiva de las aguas del embalse, con una cascada de efectos en la química y circulación de nutrientes en el mismo. Además, las aguas desoxigenadas del hipolimnion no pueden sustentar a las poblaciones de peces y la productividad vegetal de las macrófitas queda así sin contribuir al ecosistema. Grandes esteras flotantes de vegetación, a veces suficientemente grandes como para que crezcan en ellas otras plantas superiores (por ej., *Scirpus cubensis* sobre *Salvinia*) pueden constituir verdaderos peligros para la navegación y obstruir las bocatomas de las turbinas.

Ciertos organismos que trasmiten enfermedades, tales como el caracol vector de la esquistosomiasis, los simúlidos transmisores de filariasis y el mosquito vector del paludismo, encuentran un hábitat idóneo entre estos «bosques» macrofíticos.

El volumen de estas plantas puede desplazar cantidades significativas de agua y reducir en esta forma la capacidad del embalse. Las macrófitas transpiran enormes cantidades de agua, quizá cinco veces más de la que se evapora de una superficie de agua equivalente. Así el 20% de la superficie del lago Kariba cubierta por el helecho acuático en 1962 probablemente duplicó la tasa de evapotranspiración (Balon y Coche 1974, Warmann 1969, Kershaw 1966), alterando la humedad relativa del hábitat terrestre circundante al embalse. La sumersión de la vegetación plantea problemas particularmente en el trópico, porque los bosques tropicales tienen más nutrientes en relación con el suelo que los de la zona templada (Freeman, 1974) Se ponen en libertad grandes cantidades de nutrientes en el lago y tiene lugar la desoxigenación del hipolimnion, por descomposición de la materia vegetal que se pudre, creándose un ciclo de retroalimentación que mantiene las nuevas condiciones eutróficas estables.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto descrito es de Clase negativa, Presencia Cierta, de Desarrollo Lento, de duración permanente y de magnitud Baja pues este impacto se dará en el embalse que representa un 33,37% de la longitud de los ríos del área 1.

	CALIFICA	CIÓN ECO	LÓGICA (Ce	<del>)</del> )		
Aparición de vegetación acuática indeseable (macrófitas) en el	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
embalse y creación de vectores de enfermedades	-1	1,0	0,2	10	33,37	-3,47





Impacto Cod. O34	Afectación a bienes ambientales: productos de la pesca
Acción generadora	Llenado y formación del embalse
Indicador	Disminución de ingresos monetarios (US\$)
Subfactor	Productos de la pesca
Descripción	

La mayoría de comunidades rurales en el país ven a la pesca como un bien de consumo y/o un bien que puede ser comercializado, principalmente en las regiones costeras y amazónicas.

Si bien la creación del embalse va a producir que los métodos que utilizan los moradores para realizar esta actividad se modifiquen en su totalidad (lo que puede acarrear costos adicionales), sí podrían seguirla realizando con restricciones, sin embargo, según la normativa de nuestro país, en el área de embalse y el perímetro boscoso de protección que se crean para la generación de energía hidroeléctrica, se prohíbe cualquier actividad de extracción. Además algunas especies que al momento se encuentran presentes en el río Santiago, en el tramo del proyecto, con la construcción de la presa y la presencia del embalse desaparecerán por la imposibilidad de realizar migraciones.

En base a lo mencionado, podemos decir que en toda la longitud del embalse se va a producir una pérdida total de uno de los ingresos monetarios y de consumo por bienes ambientales que poseen los habitantes que se encuentran en el área de influencia directa del proyecto.

El porcentaje de afección se evaluó de acuerdo a los ingresos anuales por el bien ambiental que se perdería, en relación al total de los ingresos anuales por bienes y servicios ambientales del ecosistema, resultando en un total de US\$ 386.889,00 y representando un 3,47 %. Datos tomados del levantamiento de Línea base del proyecto.

#### Criterios de calificación del impacto:

Clase: Negativa debido a que los efectos son adversos.

<u>Presencia</u>: Cierta debida a la prohibición para extraer productos en este tipo de proyectos.

Desarrollo: Muy rápido porque los efectos en la economía local serán inmediatos.

<u>Duración:</u> Permanente tomando en cuenta que la inundación se da durante toda la vida útil del proyecto. <u>Magnitud Relativa:</u> Para obtener el valor de este criterio se tomó en cuenta los ingresos anuales por las actividades de pesca que se perderían, en relación al total de ingresos de los bienes y servicios ambientales.

Valor de la Magnitud Relativa: 3,47 %.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)									
Afectación a bien	_	Pr	De	Du	Mr	Ce			
ambientales: productos de pesca	la -1	1	1	10	3,47	-3,24			

# Impactos sobre el medio socio económico y cultural

### Impactos sobre el uso del territorio

Impacto Cod. O35	Cambios en el uso del suelo
Acción generadora	Llenado y formación de embalse
	Almacenamiento de agua
Indicador	ha.





Subfactor	Uso del suelo
Descripción	

El impacto "cambio del uso del suelo" en la etapa de operación consiste en la transformación antrópica de superficies naturales y de uso agropecuario a superficies ocupadas por el embalse del PHS.

La superficie total del Área 1 es 37.864,12 ha y la superficie que donde se producirá el cambio del uso del suelo debido al almacenamiento de agua es 3.037,22 ha, lo que representa el 8,02%. A continuación se puede observar la distribución del uso actual de la superficie inundada.

En la siguiente tabla se detalla las superficies que serán ocupadas en el área de inundación:

Uso actual del suelo	Área (ha)
Cultivos	12,50
Pastos	163,75
Asociados (Misceláneo)	21,56
Vegetación arbórea	2.128,92
Vegetación arbustiva	8,50
Eriales	104,42
Infraestructura	16,17
Cuerpos de agua	581,40
Total	3.037,22

### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa, pues implica la afectación o modificación del uso actual de suelo, que conlleva a la disminución de áreas de cultivos y pastizales que proveen de productos primarios para la subsistencia y venta en menor escala.

El impacto es de presencia cierta debido a que la operación de la hidroeléctrica genera represamiento que ocasiona que la cobertura vegetal quede bajo el agua. El desarrollo es muy rápido porque tarda alrededor de 15 días en llenarse el embalse. La duración es permanente porque el área embalsada se mantendrá durante toda la vida útil de la represa. La magnitud es muy baja porque las superficies a ser afectadas (3037,22 ha que cubre el embalse) representan el 8,02%% del total de Área 1.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Cambios en el uso del suelo Clase Pr De Du Mr Ce								
	-1	1	1	10	8,02	-3,56		

#### Impactos sobre población

Impacto Cod. O36	Afectación a la dieta alimentaria de las comunidades locales.
Acción generadora	Almacenamiento de agua
Indicador	Porcentaje de comunidades afectadas.
Subfactor	Población
Descripción	

En el área de estudio, según la línea de base hay cuatro fuentes de provisión de alimentos: a) Abacerías con productos elaborados de primera necesidad. b) Los mercados de Méndez y Tiwintza donde se expende productos locales como banano, yuca, camote, papa china, pelma, tuyo, papaya, cítricos, tagua, chontaduro,





acho, cidra, limoncillo, iñaku, musmus, mamuca, naranjilla, caña, cacao, café, quesillo, entre otros. c) La "aja" shuar, que es una pequeña huerta ubicada junto a la vivienda shuar, donde se siembra yuca, pelma, papa china, piña, plátano, col del monte, entre otros, habitualmente cultivada por las mujeres y cuyos productos están dedicados básicamente al autoconsumo familiar. d) La pesca de bagre, bocachico y caracha, principalmente realizadas por la población shuar, destinado en su casi totalidad al autoconsumo.

Según datos de línea de base, el 35,60% población shuar registra desnutrición crónica, la incidencia es tres veces superior con respecto a la población blanco mestiza, situación que se explica por las deficiencias calóricas en la dieta diaria, sobre todo de proteínas de origen animal.

Con el almacenamiento de agua se modificarán las actividades pesqueras, de la cual se obtienen proteínas que cubren parte de las necesidades alimenticias de la población. La afectación en la dieta alimentaria se produciría en 18 de los 51 poblados del Área 1 que realizan actividades de pesca, siendo estos: Coangos, La Victoria, Shuar Ampam, Yunkumas, Ampakai, Mayaipis, La Unión, La Esperanza, Yuquianza, Quimius, Piankas, San Simón de Ipiakuim, Ayankas, San Luis de El Acho, San José de Chinaganza, Patuca, Chinganza Nuevo, Bella Unión.

#### Criterios de calificación de impactos

El impacto es de clase negativa porque disminuye la ingesta de proteínas de la población shuar. De presencia cierta porque el embalse afecta la disminución de poblaciones de peces. Su desarrollo es muy rápido porque el efecto es inmediato. La duración es permanente porque dura toda la vida útil del proyecto. La magnitud es baja ya que afecta a 18 de los 51 poblados, lo que representa el 35,29 % del total de poblados el Área 1.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)									
Afectación	а	la	dieta	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
alimentaria comunidades	loca	de ales.	las	-1	1	1	10	35,29	-5,470

# Impactos sobre la economía

Impacto	Dinamización de la economía nacional
Cod. O37	
Acción generadora	Operación y mantenimiento de equipos electromecánicos e instalaciones
Indicador	Ingresos anuales por venta de energía
Subfactor	Economía nacional
Descripción	

La puesta en operación del Proyecto Hidroeléctrico Santiago (PHS), generaría incremento en el ingreso del monto total por venta de energía en contratos regulados y otras transacciones. Según datos del Resumen Ejecutivo del Plan Maestro de Electrificación 2013-2022 (PME, Apartado Expansión de la generación pág. 21 y 22) la potencia efectiva para el año 2012 es 4.653,15 MW, 19.078,13 (GWh/año) y con un valor de ventas de USD 864.780.000 (CENACE, Informe Anual 2012, Apartado 2 Transacciones comerciales, pág. 89) sin reportar utilidades.

Según el Centro Nacional de Control de Energía en su Informe del año 2013 (Apartado 3.1.2 Integración eléctrica regional de la Comunidad Andina de Naciones, considerando el PHS en el sistema ecuatoriano, éste generaría una media anual de 700 millones de dólares; además la cantidad de energía que se produciría serviría para la exportación. Así, dichos beneficios comparados con los 864.780.000 dólares de ingresos por venta de energía en el año 2012, representa una ganancia del 80,94% adicional a la actual (CENACE, Informe Anual 2012, Apartado 2 Transacciones comerciales, pág. 89).





#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase positiva porque la generación de hidroelectricidad del proyecto implica ahorro en los costos de energía del sector industrial, comercial, residencial, transporte y otros. Es de presencia cierta porque se incrementará los ingresos por venta de energía y contribuirá a reducir los gastos por importación de combustibles lubricantes. Es de desarrollo muy rápido porque inmediatamente iniciada la generación se percibirá los réditos, es duración permanente porque la vida útil del proyecto supera los 10 años y de magnitud relativa muy alta debido a que los ingresos por la venta de energía del PHS representan el 80,94% de las venta actual nacional en este rubro, según datos del Informe Anual 2012 del CENACE.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)									
Dinamización de la economía	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се			
nacional	1	1	1	10	80,94	8,67			

Impacto Cod. O38	Incremento de la inversión pública en las áreas del proyecto
Acción generadora	Operación y mantenimiento de equipo electromecánicos e instalaciones
Indicador	Ingresos percibidos por concepto de regalías
Subfactor	Economía local
Decemberation	

#### Descripción

En la fase de operación se dinamizará la economía con la inversión de regalías provenientes del superávit de los ingresos por generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad. La obligatoriedad de entregar parte de los excedentes consta en la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, Capítulo III RÉGIMEN TARIFARIO, Art. 56 Costo del Servicio Público de Energía Eléctrica donde detalla lo siguiente "Para los generadores de energía eléctrica, a cargo de empresas públicas, el 30% del superávit que se obtenga en la fase de operación comercial será destinado a proyectos de desarrollo territorial en el área de influencia del proyecto..."

Por lo anterior, los cantones del área de influencia: Limón Indanza, Santiago de Méndez y Tiwintza serán beneficiarios de la inversión pública por entrega de regalías del sector eléctrico por declararse proyecto estratégico.

Según el CENACE en su Informe Anual 2013, apartado 3.1.2. Integración Eléctrica Regional de la Comunidad Andina de Naciones, considerando el PHS dentro del sistema ecuatoriano, los beneficios por la exportación del excedente de energía para el año 2022 oscilarían entre 50 a 150 millones de dólares, dicho valor representaría las regalías generadas por el PHS. Del excedente generado por la venta de energía, el 30% se destinaría a la inversión pública para el área de influencia del proyecto, esto es, 15 millones de dólares anuales. El presupuesto anual de Limón Indanza, Santiago de Méndez y Tiwintza, para el 2015 es de aproximadamente 15.000.000 USD, a esto se le sumarían 15.000.000 por concepto de regalías. Lo anterior es un escenario elaborado por el equipo consultor, se deberán realizar ajustes una vez que se emita y entre en vigencia la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica.

# Monto recaudación por venta energía del PHS y monto de regalías estimadas para el Área de Influencia

Exportación excedente de energía generada por el PHS - 2022	30% del excedente de regalías
Entre 50.000.000 a 150.000.000 USD	15.000.000 USD

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase positiva porque la inversión pública contribuye a mejorar la economía y la calidad de vida de la población del área de influencia. Es de presencia cierta porque existe la obligatoriedad por parte del Estado entregar recursos económicos a las poblaciones que habitan en el área de influencia de proyectos estratégicos. Es de desarrollo lento porque las regalías se recibirán a partir del primer de año de operación. Es de duración permanente porque la entrega de regalías será una constante durante





la vida útil del proyecto. Es de magnitud muy alta porque la inversión pública aportaría en 100% al flujo económico de la zona.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Incremento de la inversión pública	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce		
en las áreas del proyecto	1	1	0,3	10	100,00	5,100		

# Impactos sobre la salud y seguridad

Impacto Cod. O39	Aparecimiento de enfermedades
Acción generadora	Llenado y formación del embalse Almacenamiento de agua
Indicador	Poblados afectados
Subfactor	Salud y riesgo sanitario (salud y seguridad)
Doscrinción	

#### Descripción

Con el almacenamiento del embalse se prevé la eutrofización del agua que consiste en el enriquecimiento excesivo del agua en determinados nutrientes (Fósforo y Nitrógeno) originando el crecimiento de las algas. Con el exceso de nutrientes crecen en abundancia las plantas y otros organismos. Más tarde, cuando mueren, se pudren, se generan malos olores y producción de bosques macrófitos en donde se detectan ciertos organismos que trasmiten enfermedades, tales como el caracol vector de la esquistosomiasis, los simúlidos transmisores de filariasis y el mosquito vector del paludismo, siendo vulnerable a estas, la población de las 23 comunidades cercanas al embalse de un total de 51 comunidades y que son las siguientes: Coangos. La Unión, La Esperanza, Yuquianza, Quimius, Plankas, San Simón, Cabecera de Patuca, Saant San José, Nunkantai, Tayuza, Bella Unión, Cabecera de Méndez, Chupianza, San José de Chinganaza, San Luis de El Acho, Ayankas, Ampakai, Mayaipis, La Victoria, Shuar Ampam y Yunkumas.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa porque se afecta la calidad de vida de la población. Es de presencia probable porque depende de una serie de factores de cada individuo como la edad, higiene personal y la inmunidad. Es de desarrollo lento porque el proceso de eutrofización es luego del primer año. La duración es permanente porque las macrofitas son invasivas y resistentes. La magnitud es media porque el impacto afectaría al 45,09% del total de poblados del Área 1.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)							
Aparecimiento	de	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
enfermedades		-1	0,6	0,2	10	45,09	-2,179

Impacto Cod. O40	Accidentes laborales hacia trabajadores y personal de la central
Acción generadora	Llenado y formación del embalse Almacenamiento de agua Limpieza y mantenimiento: estructuras, obras civiles, etc. Operación y mantenimiento de campamento y anexas Operación y mantenimiento de equipo electromecánicos e instalaciones





	Generación de residuos peligrosos y especiales sólidos y líquidos
	Transporte de personal e insumos
Indicador	Tasa de accidentabilidad laboral
Subfactor	Seguridad laboral
Descripción	

Como accidente laboral se considera todo suceso imprevisto y repentino que ocasiona al trabajador una lesión corporal, perturbación funcional o muerte inmediata como consecuencia del trabajo que realiza por cuenta aiena.

Se considera como accidentes laborales los accidentes eléctricos, de golpes, atrapamiento y caídas. Al igual que en la construcción de otros proyectos, el 70% ocurren en la jornada laboral y el 30% en el desplazamiento. Ver Diagnóstico Situacional en Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ecuador, elaborado por el Instituto de Salud y Trabajo (ISAT) del Perú con la colaboración del Gobierno de Canadá, 2011.

Entre los accidentes relacionados con caídas están: Lados, bordes y agujeros sin protección; superficies de trabajo/tránsito mal construidas, uso incorrecto de los equipos de acceso; uso incorrecto del Sistema Personal de Detención de Caídas, resbalones y tropiezos. Entre los accidentes por electrocución: contacto con el tendido eléctrico elevado; contacto con circuitos activos, no seguir los procedimientos de bloqueo/señalización; cables de alargue mal conservados; herramientas defectuosas. Entre los accidentes relacionados por golpes: objetos que caen, fallas de los equipos, materiales sueltos o rodantes, desperfectos o volcado de equipos, falta de protección en altura, golpes por equipo y vehículos, incidentes al retroceder, trabajadores a pie, objetos que vuelan. Entre los accidentes relacionados por atrapamiento: derrumbe en zanjas/excavaciones, estabilización de taludes, equipos rotatorios, piezas sin protección, volcado de equipos, mantenimiento de equipos.

El peligro de accidentabilidad en la etapa de operación se genera debido a las siguientes condiciones:

- . En las instalaciones de tipo eléctrico, el personal necesariamente está en contacto permanente con elementos y equipo energizado, lo cual supone un elemento potencial de riesgo muy importante. Los niveles de riesgo se relacionan con la capacitación y seguridad durante las operaciones.
- . Las deficiencias en la seguridad física de las instalaciones así como en la provisión de elementos de protección personal, comunicaciones, manuales o guías para el control de contingencias, reviste vulnerabilidad al momento de que algún evento se presente y pueden ser causa de accidentes graves del personal de planta.
- . Las actividades de mantenimiento provocan riesgos laborales debido a la aparición de afecciones a la salud por exposición del personal a polvo y ruido.
- . En las actividades de operación y mantenimiento, existen riesgos de accidentes asociados principalmente al trabajo en alturas, riesgos eléctricos, por lo que es necesaria la dotación de ropa y equipos de seguridad adecuados y mantener una continua capacitación sobre los trabajos en áreas de riesgo eléctrico y sus controles de seguridad.
- . Las actividades de transporte también son potenciales fuentes de riesgo laboral debido a volcamientos o colisiones que pueden darse con el tráfico vehicular requerido para la movilización de personal equipo y materiales.
- . Los peligros se presentan además, debido a las características geográficas de las áreas de trabajo, principalmente debido a la presencia de pendientes fuertes y peligrosas que dificultan los trabajos o la acción de animales peligrosos (mordeduras de serpientes, picaduras de insectos vectores de enfermedades, tropicales) o incidencia de enfermedades fungosas debido a la humedad de la zona del proyecto.

No se descarta además la presencia de peligros debido a eventos naturales anómalos tales como sismos y crecidas repentinas y también a eventos inducidos por acciones antrópicas como son: incendios y explosiones en sitios de almacenamiento de combustibles, explosivos o productos químicos. El impacto y sus efectos podrá presentarse en todos los sectores de la central durante la etapa de operación y la población potencialmente vulnerable estará constituida por el total de trabajadores que ese estima participarán como contingente de mano de obra del proyecto.

Según el Diagnóstico Situacional en Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ecuador, año 2011, la tasa de accidentabilidad nacional fue 0,0049 y la tasa de incidencia 492,88 por cada 100.000 trabajadores, la tasa de Ecuador fue la más baja en Latinoamérica al 2007. Para el caso del PHS, la tasa de accidentabilidad en la operación será de 0,0049 y la tasa de incidencia de accidentalidad será de 1,33





por cada 270 trabajadores en un año, número estimado para la etapa de operación del PHS en 5 años.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es clase negativa ya que los accidentes ocasionan deterioro en la salud y muerte de los trabajadores, es de presencia probable pues el riesgo a sufrir accidentes laborales depende de las medidas de contingencia y seguridad que se adopten. El desarrollo es muy rápido pues los accidentes podrían presentarse inmediatamente de iniciada las actividades para la operación. La duración es permanente porque el riesgo de accidentes se encuentra presente durante toda la fase de operación de la central. Es de magnitud muy baja porque se estima que la tasa de accidentalidad en la operación del PHS será de 1,33/270 trabajadores en un año, que representa un 0,49% de los trabajadores.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Accidentes laborales hacia	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се		
trabajadores y personal de la central	-1	0,6	1	10	1,33	-1,86		

Impacto Cod. O41	Accidentabilidad de la población local por la presencia del proyecto
Acción generadora	Llenado y formación del embalse Almacenamiento de agua
	Generación de residuos domésticos, sólidos y líquidos Generación de residuos peligrosos y especiales sólidos y líquidos
Indicador	Población (habitantes)
Subfactor	Seguridad a terceros

#### Descripción

La accidentabilidad es el número de eventos que afectan a la integridad física de la población, producto de las actividades operativas de la central. Por lo tanto, el funcionamiento de la central se podrían ocasionar accidentes que atentarán contra la seguridad de la población que habita y circula en áreas cercanas a la presa y al embalse, esto debido a:

- La presencia no autorizada de personas en la central hidroeléctrica
- Ingresos al embalse
- falta de señalización
- imprudencia de los pobladores
- falta de seguridad en ingresos a instalaciones

La población local del área de emplazamiento, estará expuesta a sufrir accidentes al transitar por la presa y por el área del embalse, tomando en consideración que los habitantes, generalmente, omiten cumplir las disposiciones de seguridad y/o la empresa responsable de operar la central ejecuta deficientes medidas para precautelar el ingreso de personas ajenas a los sitios de presa y al embalse.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es negativo debido a que los accidentes afectan a la integridad física de las personas, es de presencia probable debido a que la ocurrencia de accidentes guarda relación con las medidas de prevención que se apliquen. El desarrollo muy rápido porque los accidentes iniciarán una vez se llene el embalse y la central empiece a generar, de duración permanente pues la probabilidad de accidentes se mantiene mientras dure la operación. Es de magnitud relativa muy alta porque la totalidad de la población se encuentra expuesta a sufrir accidentes.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Accidentabilidad a la población local por la	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
presencia del proyecto	-1	0,6	1	10	100	-6,00





# Impactos sobre el equipamiento y servicios

Impacto Cod. O42	Afectación a infraestructura y equipamiento comunitario
Acción generadora	Almacenamiento de agua
Indicador	Porcentaje de comunidades afectadas.
Subfactor	Obras de infraestructura pública y de servicios básicos
Descripción	

La infraestructura pública son obras financiadas generalmente por el Estado que tienen un fin social. Las obras públicas son: (carreteras, puentes, etc.), equipamiento comunitario (alumbrado, parques, casas comunales, etc.), construcción de edificios de interés social (hospitales, escuelas, colegios, etc.), entre las principales.

El impacto está referido a la destrucción de la infraestructura generada por la inundación y que se detalla en el cuadro siguiente:

#### Infraestructura que se perderá con el embalse

Equipamiento	Lugar	Observaciones
Casa Comunal	Yuquianza	
Escuela	Yuquianza	
	La Unión	
Cancha deportiva	Yuquianza	
	La Unión	
Colegio	Yuquianza	No está en funcionamiento.
Puentes	Yuquianza (Río Yuquianza)	
carrozables	Chinganaza Nuevo-Chupianza (Río Negro)	
	Chinganaza Nuevo-Bella Unión (Río	
	Namangoza)	
	Patuca (Río Upano)	
Puentes peatonales	La Esperanza-La Unión (Río Zamora)	
	Yuquianza –La Esperanza (Río Namangoza)	
	San Luis del Acho-Patuca (Río Namangoza)	
Coliseo	Méndez	Estas infraestructuras, si bien no serán
Cementerio	Méndez	afectadas por el proyecto, están en zonas
		de inundación natural, por lo que se
		deberán realizar obras de protección
Tarabita	Piankas - La Orquídea	
	San Luis de El Acho – Loma Seca	

Ver Apéndice 7.3 Social: Gráfico de infraestructura afectada.

Para determinar la afectación a la infraestructura se realizó un levantamiento de ubicación geográfica de cada equipamiento y los resultados se intersectaron con la superficie inundada (3.037 ha), y producto de este análisis se determinó que se afectará la siguiente infraestructura: 1 casa comunal, 2 escuelas, 2 cancha deportiva, 1 colegio (no funciona), 4 puentes carrozables, 3 puentes peatonales, 1 coliseo y 1 cementerio y 2 tarabitas. Dicha infraestructura se encuentra en 7 de las 51 poblados del Área 1.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa ya que al perderse la infraestructura pública la población presentaría problemas de accesibilidad, conectividad y disminución o cambio de actividades deportivas. De presencia cierta porque la infraestructura identificada se encuentra debajo la cota de embalse. El





desarrollo es muy rápido porque el embalse aproximadamente, tardará menos de un mes en cubrir toda la superficie. Es de duración permanente porque el embalse se mantendrá por un período superior a 10 años. Es de magnitud relativa muy baja debido a que la afectación se concentra en 7 poblados que representan el 13,72% del total de poblados ubicados en el Área 1.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)							
Afectación a infraestructura y	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се	
equipamiento comunitario	-1	1	1	10	13,72	-3,960	





# 8.3.3 Impactos en la Etapa de Retiro

# Impactos sobre el componente atmosférico

Impacto Cod. R1	Disminución de la calidad del aire por presencia de emisiones gaseosas contaminantes y material particulado.
Acción generadora	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo
	<ul> <li>Demolición de estructuras, generación y disposición de residuos especiales o peligrosos</li> </ul>
	Generación y disposición de residuos comunes, sólidos y líquidos
Indicador	Concentración en ug/m³ (PM <sub>2,5</sub> , PM <sub>10</sub> , NO <sub>X</sub> , SO <sub>2</sub> ) en función de la superficie (ha)
Subfactor	Calidad del aire
Descripción	

El impacto se refiere a la alteración de la calidad del aire debido a la generación de emisiones y material particulado NOx y SO2, por efecto de las acciones generadoras detalladas en la parte superior.

Para evaluar el impacto se ha procedido a establecer el cálculo de emisión de contaminantes y definir la magnitud relativa acorde a los niveles de inmisión, aspecto que se detalla en el Apéndice 7.2.1 Modelamientos Emisiones cuyos resultados se registran en la tabla siguiente, en la que se ha procedido a sistematizar las actividades para efectos del cálculo.

Tabla R1-1. Contaminantes atmosféricos por fuente generadora

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE (kg/día)				
ACTIVIDAD	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>X</sub>	
Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos	97,75	260,67	242,75	3394,15	
Generación y disposición de residuos comunes	9,18	24,49	22,80	344,04	
Generación y disposición de residuos peligrosos	9,18	24,49	22,80	344,04	
Generación y disposición de residuos especiales	9,18	24,49	22,80	344,04	

Para evaluar la magnitud del impacto se procede a establecer los niveles de inmisión que se registran en la tabla siguiente.

Tabla R1-2. Niveles de inmisión por fuente generadora

ACTIVIDAD	MAGNITU D PARCIAL	TIPO <sup>(2)</sup>		FACTOR TIEMPO	FACTOR RIESGO	MAGNITUD FINAL
Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos	60	LINEAL/ AREA	0,66	1	1	40
Generación y disposición de residuos comunes	20	AREA	1	1	1	20
Generación y disposición de residuos peligrosos	20	AREA	1	1	1	20
Generación y disposición de residuos especiales	20	AREA	1	1	1	20

Para determinar la Magnitud se utilizan los siguientes criterios de evaluación.

Tabla R1-3. Valores de magnitud

rabia K1-3. Valores de magnitud.				
CARÁCTER	ESCALA DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO		
Si el impacto supera una concentración de 100μg/m³ para PM <sub>10</sub> , 50 μg/m³ para PM <sub>2.5</sub> , 125 μg/m³ para el SO <sub>2</sub> y se encuentre en el rango de 200 μg/m³ (límite de calidad del aire) a 1000 μg/m³ (nivel de alarma) en el período de concentración de 1 hora para el NO <sub>2</sub> y el, valores establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 4.	71 - 100%	Alto		





Si el impacto supera una concentración de $50\mu g/m^3$ para $PM_{10}$ , $25~\mu g/m^3$ para $PM_{2.5}$ , y $50~\mu g/m^3$ para el $SO_2$ , valores establecidos por la Guía de calidad del Aire OMS 2005 (IT2). Así también, para el $NO_2$ valores similares a los inferiores a límites establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 4 (De $200~\mu g/m^3$ período de concentración de 1 hora).	31 - 70%	Medio
Si el impacto se encuentra en una concentración inferior a $50\mu g/m^3$ para $PM_{10}$ , $25 \mu g/m^3$ para $PM_{2.5}$ , y en el rango de 20 a 50 $\mu g/m^3$ para el $SO_2$ (Valores establecidos por la Guía de calidad del Aire OMS 2005). Así también, para el $NO_2$ que no superen los valores límites establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 4. (De 200 $\mu g/m^3$ período de concentración de 1 hora).	0 - 30%	Bajo

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de Clase Adversa por los efectos sobre el personal y pobladores locales, su presencia es Cierta, su Desarrollo es rápido, su Duración es de 2 años por lo tanto Corta, y su Magnitud relativa es muy baja pues las 2462,89 ha, afectadas por las emisiones gaseosas contaminantes y material particulado en un radio de 2800 m, representan un 6,50% del área 1

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA							
Disminución de la calidad del aire por presencia de emisiones	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се	
gaseosas contaminantes y material particulado.	-1	1	1	2	6,50	-1,06	

Impacto	Incidencia en los niveles de ruido, ambiental y laboral
Cod. R2	
Acción generadora	<ul> <li>Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo.</li> <li>Generación y disposición de residuos industriales.</li> <li>Generación y disposición de residuos peligrosos.</li> </ul>
Indicador	Niveles medidos en dBA (Ruido) en relación a la superficie (ha)
Subfactor	Ruido
Descripción	

El impacto se refiere a la alteración del ambiente acústico debido a la generación ruidos, por efecto de las acciones generadoras detalladas en la parte superior.

Para las diferentes acciones generadores, se identifica el uso de maquinaria pesada, equipos y vehículos que originan una variación en los niveles de ruido; adicionalmente la movilización de materiales, equipo, vehículos varios, maquinaria específica, residuos entre otros producen impacto acústico.

Para evaluar el impacto se ha procedido a estimar el ruido producido por maquinaria adoptándose para el efecto los valores dados por fabricantes de equipo y maquinaria y que se detalla en la tabla siguiente:

Tabla R2-1: Niveles de ruido generados por equipos

	- 1 - 1
Equipo	Niveles de ruido (dB)
Martillo neumático	103-113
Grúa	90-96





Compactador de talón	90-95
Aplanadora de tierra (rodillo)	90-96
Martillo	87-95
Retroexcavadora	84-93
Excavadora	84-93
Cargadora	86-94
Tractor	100
Volquetes	80-83

Para el efecto, se ha determinado un perímetro circundante como área de afección directa ubicado a 420 m de distancia de los sitios en donde existan movimientos de tierras o construcción de estructuras de gran tamaño como las presas.

# Criterios de valoración del impacto:

El impacto identificado es de clase adversa, de Presencia cierta, de Desarrollo rápido, Duración de 2 años (Corta) y la Magnitud relativa baja, pues la superficie de incidencia representa un 2,21 % del área 1, y se cuantifica de acuerdo a lo establecido en la siguiente tabla::

Tabla R2-2. Valores para magnitud

CARÁCTER	ESCALA DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO
Si los niveles de ruido superan los 85 dBA establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 5.	71 - 100%	Alto – Muy Alto
Si los niveles de ruido se encuentran entre los 65 y 85 dBA, considerado como un rango permitido de exposición laboral y sobre la preservación del hábitat. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro IV. Anexo 5. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo	41 - 70%	Medio
Si los niveles de ruido son inferiores a 65 dBA.  Se ha considerado que el uso de suelo va a cambiar a uso industrial, razón por la cual se asume como valores guía la Tabla 1 Niveles Máximos de Ruido Permisibles según el Uso de Suelo, especificados en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). Libro VI. Anexo 5; por otra parte se estima que este valor es un parámetro adecuado para la preservación de hábitats.	0 - 40%	Muy Bajo - Bajo

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA							
Incidencia en los	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се	
niveles de ruido, ambiental y laboral	-1	1	0,8	2	2,21	-0,72	

# Impactos sobre el suelo

Impacto Cod. R3	Contaminación de suelos
Acción generadora	Generación y disposición de residuos industriales
	Generación y disposición de residuos peligrosos
Indicador	Características físicas y químicas del suelo





Subfactor	Calidad del suelo
Descripción	

Impacto referido a la incidencia de procesos contaminantes sobre el recurso suelo debido a las actividades previstas en la etapa de retiro y abandono, y que conllevan a la reducción y/o pérdida de la capacidad agroproductiva del recurso debido a la alteración de sus propiedades químicas y/o físicas, por efecto de la acción de agentes contaminantes que pueden ser desalojados o aplicados sobre este recurso natural. El impacto puede generarse en las siguientes fuentes de contaminación:

#### Contaminación por residuos sólidos:

Residuos sólidos domésticos e industriales: durante la fase de retiro y abandono del PHS, en el
desmantelamiento de la infraestructura y en la operación del campamento de trabajadores, se
provocaría la contaminación del suelo debido a una mala gestión y manejo de residuos sólidos
de tipo doméstico e industrial (orgánicos e inorgánicos), peligrosos y no peligrosos, que son
generados en dichas actividades, y que al ser depositados de manera inadecuada sobre las
superficies adyacentes, provocarían la alteración de las propiedades del suelo.

# Contaminación por residuos líquidos:

Residuos líquidos industriales: contaminación por aceites, residuos de hidrocarburos y desechos
aceitosos que se generan por efecto del desmantelamiento de instalaciones, uso de equipos y
maquinaria utilizados en los procesos de retiro y que se evacuan directamente sobre el suelo,
provocando la alteración química del suelo y afectando su capacidad agroproductiva.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa, es de Presencia probable, de desarrollo rápido, de duración media y de magnitud relativa muy baja pues se afectan las áreas de la central y el campamento de operación que suman 224, 27 ha, que representan el 0,59% del área 1.

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA (Ce)							
Contaminación de suelos	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се	
	-1	0,7	0,7	10	0,59	-2,12	

Impacto	Rehabilitación y recuperación de suelos					
Cod. R4						
Acción generadora	Recuperación de espacios naturales y paisaje					
Indicador	Superficie (ha)					
Subfactor	Calidad del suelo					
Descripción						

Impacto positivo referido a la recuperación de suelos debido a las actividades de restauración de los espacios en las superficies afectadas por la ocupación de las obras e instalaciones del PHS, durante la etapa de retiro y abandono.

Las superficies al ser rehabilitadas podrán nuevamente tener la capacidad de acogida y desarrollo vegetal (revegetación).

La única área que será revegetada en la etapa de retiro será la que corresponde al campamento A, puesto que permanecerá durante la vida útil del proyecto y que será retirada en esta fase; por lo tanto, el área a ser recuperada es de 10,34 ha.

#### Criterios de calificación del impacto:





El impacto es positivo, su presencia es muy probable, su desarrollo es muy lento, su duración permanente y su magnitud relativa es muy baja ya que no superarán el 20% del área de estudio 1).

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA (Ce)							
Rehabilitación y	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се	
recuperación de suelos	1	0,7	0,7	10	1,7	2,16	

# Impactos sobre las aguas superficiales

Afección de la calidad de aguas superficiales
Operación de maquinaria y equipo  Generación y disposición de residuos
Longitud de río afectado (%)
Calidad físico química y bacteriológica de aguas superficiales

La alteración de la calidad de agua será producida por la posible disposición de residuos sólidos y escombros, producto del desmontaje de las instalaciones en las márgenes de los cuerpos de agua adyacentes a los sitios de obra, así como residuos de grasas, aceites y combustibles.

Para el caso del área del PHS, se considera vulnerable el río Santiago en un tramo de 4 km, para el caso del campamento de operación será vulnerable la quebrada S/N que se encuentra junto al campamento y que es donde se realiza el desfogue del sistema de recolección de aguas del campamento con una longitud aproximada de 1km.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto se cataloga de clase adversa, de presencia poco probable, duración corta y desarrollo rápido. La Magnitud Relativa expresada en porcentaje hace referencia al tramo en Km. de los ríos que se consideran afectados (4,03 km) en comparación con los Km de ríos incluidos en el área 1 (331,42 km), que representa un 1,22%.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Afección a la calidad de aguas	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се		
superficiales	-1	0,8	0,8	1	1,22	-0,29		

Impacto Cod. R6	Estabilización del Nivel Freático
Acción generadora	Cese de la producción hidroenergética
	Recuperación de espacios naturales y paisaje





Indicador	Variación del nivel freático			
Subfactor	Niveles freáticos			
Descripción				

Durante la fase de retiro del proyecto no se realizará una operación del embalse y por lo tanto los caudales que ingresen dentro del embalse se evacuarán por el vertedero de excesos de la presa. Con lo cual ya no existirán las variaciones de nivel freático que existen durante la fase de operación por los cambios constantes en el nivel del embalse que supone la operación del proyecto hidroeléctrico. Además la recuperación de espacios naturales y de paisaje permitirá que vuelva al estado natural la infiltración de aguas de escorrentía superficial con el fin de recargar las aguas freáticas.

Este impacto se ubicará en la zona del embalse y zonas aledañas al embalse en los cuales durante la fase de operación se dan variaciones del nivel freático que responden a la variación del nivel del embalse. Por lo tanto el área de impacto directo se puede cuantificar como el área del embalse que es de 30.37 km2 que comparada con el área de análisis (Área 1) de 378.64 km2 es menor al 10% del área de impacto.

Criterios de calificación de impactos:

- El impacto es positivo por cuanto la variación de niveles freáticos en la fase de operación es importante y es un factor desestabilizante de los taludes, que durante la fase de retiro no existe.
- La presencia de este impacto es cierta por cuanto con el cese de operación del proyecto no existe variaciones importantes en el nivel de embalse.
- El desarrollo del impacto es medio por cuanto los niveles freáticos tardan algún tiempo en estabilizarse por la permeabilidad de los macizos rocosos.
- La duración del impacto es permanente por cuanto no hay cambios en el régimen del embalse con el tiempo.
- La magnitud relativa del impacto es muy baja por cuanto el área que se ve afectada por este impacto es pequeña en comparación con el área 1.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)							
Estabilización Nivel Freático	del	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
TVIVCI I ICALICO		1	1,00	0,50	10,00	5,50	3,19

# Impactos sobre el paisaje

Pérdida de calidad visual				
Generación y disposición de residuos				
Cuencas visuales				
Calidad escénica				

### Descripción

La disposición de los residuos producto del desmontaje de la infraestructura de las instalaciones de generación como de patios de maquinaria, talleres, campamento, generará una pérdida de la calidad visual hasta que se realice remediación.

Los impactos visuales en la fase de retiro y abandono, se refieren a la generación y deposición de





residuos (de clase negativa), pero también al mantenimiento del embalse en una cota estable (de clase positiva), lo que permite su aprovechamiento como recurso escénico, de potencial turístico y de recreación.

# Criterios de calificación del impacto:

En base a estos resultados la calificación ecológica para este impacto es de Clase negativa, Presencia Cierta pues los trabajos efectivamente se van a realizar, es de Desarrollo rápido, ya que los trabajos de desmontaje se deberán realizar una vez se dé el Cese de generación, es de duración muy corta pues estos trabajos durarán menos de un año y es de magnitud muy baja pues el área en la que se harán estos trabajos se reduce al área del campamento de operación y a la zona de obras que cubren un área de 224 ha, que representan un 0,59% con respecto al área1.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Pérdida	de	calidad	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
visual			-1	1	1	2	0,59	-0,64

#### Impactos sobre la flora silvestre

Impacto Cod. R8	Recuperación de vegetación natural
Acción generadora:	Recuperación de espacios naturales y paisaje
Indicador:	ha de cobertura vegetal recuperada
Subfactor:	Vegetación natural
Descripción:	

El impacto hace referencia a la restauración de la cobertura vegetal de los lugares que fueron afectados como producto de la instalación de las obras del proyecto y en donde nuevamente se logrará un recubrimiento en la etapa de retiro y abandono luego de que el área sea rehabilitada y se dé inicio a la colonización de especies pioneras, mismas que en su mayoría son hierbas y arbustos adaptados a suelos alterados, para luego continuar con el establecimiento de especies leñosas de crecimiento lento. La única área que será revegetado en la fase de retiro será la que corresponde al campamento de operación, la misma que cubre una superficie de 10,34 ha.

#### Criterios de calificación del impacto:

Clase: su clase es positiva, pues se logrará la restauración vegetal.

<u>Presencia:</u> su presencia es cierta debido que el establecimiento de la vegetación se dará por las actividades de restauración y rehabilitación de las áreas afectadas.

<u>Desarrollo:</u> su desarrollo lento porque en la Amazonía tarda al menos 7 años en el establecimiento de una vegetación cuya estructura y composición es parecida al bosque nativo original.

<u>Duración:</u> la duración del impacto en la actividad de recuperación de espacios naturales y paisaje es permanente debido a que las áreas restauradas permanecerán en el tiempo.

<u>Magnitud relativa</u>: para establecer la magnitud relativa se realizó un cruce entre el área que será recuperada 10,34 ha con el área de bosque nativo del área 1 (24.477,42 ha) por lo tanto, el porcentaje de vegetación natural es de 0,04 %

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Recuperación	Recuperación de la Clase Pr De Du Mr Ce							
vegetación natu	ral		1	1	0,4	10	0,04	3,00





# Impactos sobre la fauna silvestre terrestre: mastofauna, avifauna, herpetofauna, entomofauna

Impacto Cod. R9	Perturbación de hábitats de fauna silvestre terrestre: mastofauna, avifauna, herpetofauna, entomofauna
Acción generadora	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo
	Demolición de estructuras, generación y disposición de residuos especiales o peligrosos
	Generación y disposición de residuos:
	Comunes, sólidos y líquidos
	Especiales y peligrosos
Indicador	Porcentaje de hábitats perturbados (ha)
Subfactor	Riqueza específica
Descripción	

Aquellas especies tolerantes a las perturbaciones antropogénicas y que de alguna manera se hayan acostumbrado a la presencia de las instalaciones del proyecto y que hayan podido ocupar áreas alrededor de las mismas, se verán afectadas por las actividades a desarrollarse durante el desmantelamiento de obras, principalmente por el ruido producido por la maquinaria, la generación de residuos, y las emisiones de monóxido de carbono, de compuestos de azufre y material particulado fino hacia la atmósfera, provocando su desplazamiento hacia zonas aledañas con una alteración directa de su diversidad.

Mastofauna: la demolición de la infraestructura construida implicaría una pérdida y fragmentación del hábitat en el área donde de ejecutó el proyecto, por lo que el equilibrio natural se vería afectado con esta acción durante la fase de retiro; así, las especies que de alguna marera pudieron haber ocupado áreas alrededor del proyecto y su infraestructura resultarían afectadas. Entre estas especies tenemos algunas como Dasyprocta fuliginosa (Guatusa), Didelphis marsupialis (zarigüeya común) que con el paso del tiempo podrían haberse adaptado a la infraestructura del proyecto y la estén utilizando como refugio al igual que algunos micromamíferos. Algo parecido podría presentarse en poblaciones de murciélagos que usan de manera frecuente techos de construcciones como sitios de percha.

Herpetofauna: al mantenerse el embalse luego del retiro y abandono del proyecto, se mantendrán las condiciones alteradas previas.

Entomofauna: la operación de la maquinaria de demolición de estructuras, así como la generación de escombros por la remoción de la infraestructura presente, tendrá como consecuencia el incremento de ruidos, emisiones de monóxido de carbono, de compuestos de azufre y material particulado fino en la atmósfera adyacente. Las especies de entomofauna no tolerantes a las perturbaciones antropogénicas (presencia de maquinaria, equipos, residuos, desechos, etc.) se verán afectadas por las actividades a desarrollarse para el desmantelamiento del complejo hidroeléctrico, principalmente por el ruido y emisiones producidos por la maquinaria, lo que provocará su desplazamiento hacia zonas aledañas o su muerte. La entomofauna terrestre será afectada principalmente por las emisiones de monóxido de carbono, compuestos sulfurados, hollín suspendido y partículas de polvo producidas por los trabajos, y van a ir recuperando hábitat al mismo ritmo que la flora nativa a nivel de comunidad. Ciertas especies, especialmente las de tegumento más permeable, sufrirán extinciones locales en las áreas más afectadas.

Avifauna: aquellas especies tolerantes a las perturbaciones antropogénicas y que se hayan acostumbrado a la presencia de las instalaciones del proyecto, se verán afectadas por las actividades a





desarrollarse para el desmantelamiento de obras, principalmente por el ruido producido por la maquinaria y la generación de residuos, lo que provocará su desplazamiento hacia zonas aledañas.

### Criterios de calificación del impacto:

Clase: Negativa debido a que los efectos sobre el componente son adversos.

Presencia: Cierta ya que los efectos mencionados son consecuencia de las actividades a realizarse.

Desarrollo: Muy rápido porque los efectos son inmediatos.

<u>Duración:</u> Se utilizó una puntuación similar al tiempo aproximado que duraría el retiro de obras.

<u>Magnitud Relativa:</u> Tomando en cuenta que esta etapa y su desarrollo se prestarán para muchas modificaciones a lo largo de la vida del proyecto, para esta calificación se tomó en cuenta únicamente el área que se forma alrededor del campamento permanente y la zona de obras, que cubren un área de 224 ha, que representan un 0,59% con respecto al área1.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Perturbación de hábitats de fauna	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
silvestre terrestre: mastofauna, avifauna, herpetofauna, entomofauna	-1	1	1	2	0,59	-0,64

### Impactos sobre los macroinvertebrados

Impacto	Pérdida y perturbación del hábitat de macroinvertebrados bentónicos
Cod. R10	
Acción generadora	Demolición de estructuras, generación y disposición de escombros.
	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo.
	Generación y disposición de residuos comunes, sólidos y líquidos.
	Generación y disposición de residuos especiales y peligrosos.
Indicador	Porcentaje de hábitat afectado.
Subfactor	Poblaciones de macroinvertebrados
Descripción	

La operación de la maquinaria y equipo necesario para realizar la demolición de estructuras, así como la generación de escombros por la remoción de la infraestructura del campamento de operación, tendrá como consecuencia el aumento de sólidos en suspensión por la acción erosiva de estas actividades, lo que producirá la sedimentación en el lecho, homogenizando el mosaico de microhábitats bentónicos y rellenando de sedimentos el medio intersticial, recubriendo todos los sustratos naturales (gravas, piedras y cantos rodados). Este medio afectado es fundamental para la mayoría de las especies de macroinvertebrados, ya que sirve como depósito seguro para sus huevos, además de refugio y criadero para sus diferentes estadios (larvarios y adultos).

La generación y disposición de aguas residuales comunes, especiales y peligrosas, generada por la población que laborará en la etapa de retiro, van a contribuir con el aumento de materia orgánica e inorgánica al río, los principales contaminantes orgánicos son proteínas, carbohidratos, aceites y grasas de origen animal además de fenoles, organoclorados y organofosforados, entre otros, lo que genera la perdida de poblaciones de macroinvertebrados.

Los trabajos de retiro y abandono de la presa, afecta a los hábitats del río Santiago, el cual tiene una calidad biológica del agua que fluctúa entre Aceptable y Buena, esta afección está dada en aproximadamente 4 km de longitud del mencionado río, en el tramo donde se hará el desmantelamiento del campamento de operación y las obras.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa y de presencia poco probable, el desarrollo del impacto es muy rápido, y la duración del efecto es corta, el factor determinante para valorar el impacto es la magnitud relativa, que es la longitud de afectación en tramo de río antes mencionado (4 km), que representa el 1,21% de la longitud total de la red fluvial del área de estudio.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)							
Pérdida y perturbación del hábitat de macroinvertebrados bentónicos	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce	
That only of top radio borkerness	-1	0,3	1	3	1,21	- 0,30	





Impacto Cod. R11	Restauración del hábitat de macroinvertebrados bentónicos
Acción generadora	Cese de producción hidroenergética.
Indicador	Porcentaje de hábitat restaurado.
Subfactor	Poblaciones de macroinvertebrados
Descripción	

El cese de producción hidroenergética implica la interrupción de la regulación de caudales, retomando un régimen natural aguas abajo de la casa de máquinas; un primer factor que se restaura por este hecho, es la estabilidad geomorfológica del cauce que fue sometido a un régimen de caudales diferente, por lo tanto existirá una menor perdida de partículas finas del cauce u orillas que afecten a los organismos bentónicos. Otro factor a tomar en cuenta es el aumento de la diversidad y la abundancia de las poblaciones presentes en el sector debido a que se eliminan las condiciones de operación, que alternan periodos de fuertes corrientes con periodos que disminuyen gran parte del cauce. Finalmente, si el régimen hidráulico ya no provoca fuertes oscilaciones diarias de caudal, las especies de macrobentos que fueron desplazadas del sector por ser intolerantes a este tipo de régimen de caudales, regresarán a colonizar estos tramos del río.

Al terminar el período de operación de la presa los caudales del río Santiago volverán a su régimen natural, restaurando los hábitats de este, el cual tiene una calidad biológica del agua que fluctúa entre Aceptable y Buena. El impacto se lo prevé en 62,83 km de longitud, en el tramo desde el proyecto hasta el límite del área 1.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase positiva y de presencia cierta; el desarrollo del impacto es muy rápido y la duración del efecto es permanente. El factor determinante para valorar el impacto es la magnitud relativa, que es la longitud de afectación en tramo de río antes mencionado (62,83 km), que representa el 18,96% de la longitud total de la red fluvial del área de estudio.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Restauración del hábitat de	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
macroinvertebrados bentónicos	1	1	1	10	18,96	4,33

# Impactos sobre el componente socio económico y cultural

# Impactos sobre la economía

Impacto Cod. R12	Incremento del déficit de la balanza comercial
Acción generadora	Cese de producción hidroenergética
Indicador	Porcentaje de déficit en la balanza de pagos
Subfactor	Economía nacional
Descripción	





Por economía se entiende todas las relaciones que se generan en los procedimientos productivos, de circulación y consumo de bienes y servicios en un país determinado. Para analizar la economía de un país se utiliza la macroeconomía que considera a la dinámica nacional como un todo, para ello se utilizan las "Variables Agregadas".

La ecuación macroeconómica que mide la economía del Ecuador se expresa en los resultados de la Balanza Comercial que entrega en forma periódica el Banco Central. La Balanza Comercial es el registro de las importaciones y exportaciones de un país durante un período, usualmente puede ser mensual, trimestral o anual. El saldo de la misma es la diferencia entre exportaciones e importaciones.

Un incremento del déficit en la balanza comercial por el retiro de la central hidroeléctrica puede darse por lo siguiente: 1) Incremento de las importaciones acumuladas de "Combustibles lubricantes" para la producción termoeléctrica a fin de satisfacer la demanda nacional. 2) Disminución del monto de "Exportaciones no petroleras" por la reducción de la venta de energía a otros países.

Según el Banco Central del Ecuador, en el Informe Cifras Económicas, febrero 2015, el monto por "Exportaciones no petroleras" asciende 12.429.790.000 USD FOB, el monto por "Importaciones acumuladas Combustibles Lubricantes" es 6.417.390.000 USD. En total, la Balanza Comercial con corte a diciembre de 2014 – 727.000.000 USD FOB.

### Balanza comercial del Ecuador, 2015

Balanza comercial del Ecuador, 2015				
Sector Externo				
Comercio Exterior	Dic-14			
Exportaciones (millones USD FOB)				
Total exportaciones mensuales	1.668,03			
Total exportaciones acumuladas	25.732,27			
Exportaciones ac. Petroleras	13.302,48			
Exportaciones ac. No				
petroleras	12.429,79			
Importaciones (millones USD FOB)				
Total importaciones mensuales	2.270,71			
Total importaciones acumuladas (d)	26.433,18			
Imp. Ac. Materias primas	8.079,72			
Imp. Ac. Bienes consumo	5.232,34			
Imp. Ac. Bienes de capital	6.648,07			
Imp. Ac. Combustibles				
lubricantes	6.417,39			
Imp. Ac. Bienes diversos	55,66			
Balanza comercial petrolera mensual	142,84			
Balanza comercial no petrolera				
mensual	-745,61			
Balanza comercial acumulada	-727,02			

Fuente: Banco Central del Ecuador, Cifras económicas del Ecuador. Febrero 2015

# Disminución del monto de "Exportaciones no petroleras"

Con el cese de la Central Hidroeléctrica, se eliminaría la venta de electricidad a otros países. Según el Centro Nacional de Control de Energía en su Informe del año 2013 (Apartado 3.1.2 Integración eléctrica regional de la Comunidad Andina de Naciones, el PHS generaría una media anual de 700 millones de dólares y la cantidad de energía que se produciría serviría para la exportación. Los beneficios económicos oscilarían entre 50.000.000 a 150.000.000 USD, sin el PHS dicho valor se eliminaría, lo que representa una disminución del 1,20% del monto de "Exportaciones no petroleras"

#### Incremento en Importaciones Acumuladas de Combustibles Lubricantes.

Según el Plan Maestro Electrificación 2013–2022, el costo importado de combustible para su funcionamiento asciende a USD 285.697.609 (CENACE Informe Anual 2012, Apartado 1.2.4 Consumo de combustibles, 2.7 Tarifas, precios y costos, pág. 104). Con el cese del PHS el país incrementaría las Importaciones Acumuladas de Combustibles Lubricantes en un 4,45%.





Generación termoeléctrica año 2012 (MW)	Costo de la importación de combustible para la generación termoeléctrica, año 2012 (USD)
2.287,25	285.697.609

En resumen, el incremento en el déficit de la balanza comercial por el cese de la producción hidroeléctrica del PHS sería de 5,65% (disminución de las exportaciones por venta de energía a otros países y aumento de Importaciones Acumuladas de Combustibles Lubricantes.

El impacto es de clase negativa porque el cese de generación de hidroelectricidad contribuirá al déficit de la Balanza Comercial. Es de presencia cierta porque disminuirán los ingresos por venta de energía y se incrementarán los gastos por Importación de Combustibles Lubricantes. Es de desarrollo muy rápido porque inmediatamente del cese de la generación disminuirán los ingresos por venta de energía. La duración es permanente porque el ingreso por ventas de excedentes por generación eléctrica se pierde definitivamente. Es de magnitud muy baja porque afecta al 5.65% del déficit en la balanza de pagos.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)						
Incremento del déficit de la	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
balanza comercial	-1	1	1	10	5,65	-3,40

Impacto Cod. R13	Afectación de la economía local
Acción generadora	Cese de producción hidroenergética
Indicador	Porcentaje de regalías
Subfactor	Economía local
D	

#### Descripción

Por economía local se entiende todas las relaciones de producción e intercambio que se generan en los cantones de Morona, Sucúa, Limón Indanza, Méndez y Tiwintza, considerados como zona de influencia directa donde se dinamizaría el empleo por la inversión pública. En la etapa de operación, el Estado dinamizaría la economía con la entrega de regalías e inversión por ser un proyecto Estratégico. Una vez que el proyecto entre en la etapa de retiro, la contracción en la economía local se producirá por el cese de gasto público (regalías).

Según el CENACE en su Informe Anual 2013, apartado 3.1.2. Integración Eléctrica Regional de la Comunidad Andina de Naciones, el PHS generaría un excedente por exportación de energía, para el año 2022, entre 50 a 150 millones de dólares. Del excedente generado por la venta de energía, el 30% se destinaría en la fase de operación para el área de influencia del proyecto, esto es, 15 millones de dólares anuales. Los cantones del área serán afectados por el cese de la inversión pública.

Según el Servicio de Rentas Internas el total de recaudación fiscal en el año 2014 para el área ascendió a 10.013.959,69 USD, lo que significa como mínimo un flujo económico de 110.000.000 al año. El cese de operación de la planta hidroeléctrica significa que los GADs dejan de percibir el 30% de regalías, esto es, el 100% del flujo económico de la zona.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es de clase negativa porque el cese de inversión pública generaría contracción de la economía. Es de presencia cierta porque para el Estado deja de ser obligatorio la entrega de regalías dentro área de influencia. Es de desarrollo muy rápido el cese de entrega de regalías se produce en forma inmediata a la paralización de la hidroeléctrica. La duración es permanente por el cese de operaciones. Es de magnitud muy alta porque el monto de regalías representa el 100% del flujo económico del área.

				CALIFICA	CION ECC	DLOGICA (Ce)			
Afectación	de	la	economía	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се
local				-1	1	1	10	100	-10,00





#### Impactos sobre la salud y la seguridad

Impacto Cod. R14	Accidentes laborales
Acción generadora	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo Demolición de estructuras, generación y disposición de residuos especiales o peligrosos Generación y disposición de residuos comunes, sólidos y líquidos Generación y disposición de residuos especiales y peligrosos Cierre técnico de fosas, piscinas y canales Recuperación de espacios naturales y paisaje
Indicador	Tasa de accidentabilidad
Subfactor	Seguridad laboral
Descripción	

Como accidente laboral se considerará todo suceso imprevisto y repentino que ocasiona al trabajador una lesión corporal, perturbación funcional o muerte inmediata como consecuencia del trabajo que realiza por cuenta ajena. Ver Diagnóstico Situacional en Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ecuador, elaborado por el Instituto de Salud y Trabajo (ISAT) del Perú con la colaboración del Gobierno de Canadá, 2011.

En la etapa de retiro se requerirá realizar desmontaje y demoliciones de estructuras, áreas administrativas y campamentos, cierre de operaciones de maquinaria y demás infraestructura, así como la recuperación de espacios naturales, para el efecto se contratará mano de obra, misma que estará expuesta a sufrir accidentes laborales.

Según el Diagnóstico Situacional en Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ecuador, año 2011, la tasa de accidentabilidad nacional fue 0,0049 y la tasa de incidencia 492,88 por cada 100.000 trabajadores, la tasa de Ecuador fue la más baja en Latinoamérica al 2007. Para el caso del PHS, la tasa de accidentabilidad será de 0,0049 y la tasa de incidencia de accidentalidad será de 1,33 por cada 270 trabajadores en un año, número promedio estimado para la etapa de retiro.

#### Criterios de calificación del impacto:

El impacto es clase negativa pues los accidentes afectan a la integridad física de los trabajadores, es de presencia probable pues el riesgo a sufrir accidentes laborales depende de las medidas de contingencia y seguridad que se adopten. El desarrollo es muy rápido pues los accidentes podrían presentarse inmediatamente de iniciada las actividades de operación y mantenimiento de maquinaria y equipo, demolición de estructuras, generación y disposición de residuos especiales o peligrosos, sólidos y líquidos, cierre técnico de fosas, piscinas y canales. La duración es corta porque las actividades de retira tienen una duración de un año. Es de magnitud muy baja ya la incidencia de accidentalidad es 1,33/270 habitantes por año.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Accidentes laborales	Clase	Pr	De	Du	Mr	Се		
	-1	0,6	1	2	1,33	-0,42		





Impacto Cod. R15	Accidentabilidad hacia la población local
Acción generadora	Demolición de estructuras, generación y disposición de residuos especiales o peligrosos
	Generación y disposición de residuos comunes, sólidos y líquidos
	Generación y disposición de residuos especiales y peligrosos
	Cierre técnico de fosas, piscinas y canales
	Recuperación de espacios naturales y paisaje
Indicador	Tasa de accidentabilidad
Subfactor	Seguridad a terceros
Descripción	

La accidentabilidad es el número de eventos que afectan a la integridad física de la población, producto de las actividades de retiro del PHS. Por lo tanto el tráfico y transporte de material removido (escombros) en la etapa de retiro afectará la seguridad de la población que habita en áreas cercanas a las vías, esto debido al mayor flujo vehicular, exceso de velocidad, imprudencia de transeúntes, deficiente mantenimiento de los vehículos, falta de señalización, incumplimiento de las señales de tránsito, etc. Ver Diagnóstico Situacional en Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ecuador, elaborado por el Instituto de Salud y Trabajo (ISAT) del Perú con la colaboración del Gobierno de Canadá, 2011.

El impacto está referido a los accidentes a pobladores locales a causa de:

- La presencia no autorizada de personas en los sitios de desmantelamiento y demolición de estructuras
- Ingreso no autorizado a las áreas fosas, piscinas y canales a ser cerrados
- Ingreso no autorizado a áreas de inestabilidad morfológica.

La población local del área de emplazamiento para el año 2072, estará expuesta a accidentes al transitar por los sitios donde se removerán estructuras. Los habitantes, generalmente omiten cumplir las disposiciones de seguridad y/o los contratistas responsables del desmantelamiento y remoción ejecutan deficientes medidas para precautelar el ingreso de personas ajenas a los sitios de limpieza.

Criterios de calificación del impacto:

El impacto es negativo debido a que los accidentes afectan a la integridad física de las personas, es de presencia probable pues la probabilidad de ocurrencia de accidente a la población dependerá de la efectividad de las medidas de prevención. El desarrollo es muy rápido porque los accidentes podrán darse una vez que inicie las actividades de retiro. La duración es corta ya que la ocurrencia de accidentes se produciría durante el año que dura la etapa de retiro. Es de magnitud muy alta porque la totalidad de la población se encuentra en riesgo de sufrir accidentes.

CALIFICACION ECOLOGICA (Ce)								
Accidentabilidad	hacia	la	Clase	Pr	De	Du	Mr	Ce
población local			-1	0,6	1	2	100	-4,56





# 8.4 CONCENTRADO DE IMPACTOS POTENCIALES

# Etapa de construcción

En la Tabla 8- 20 se concentran los impactos potenciales durante la etapa de construcción y la evaluación resultante:

Tabla 8- 20: Resultados de la evaluación de los impactos potenciales en la etapa de Construcción.

Componentes	COD	Impactos potenciales	F. CONSTRUC.		SIGNIFI CANCIA
•	ESP.		CLASE	CE	CANCIA
	C1	Disminución de la calidad del aire por presencia de emisiones gaseosas contaminantes y material particulado	-1,00	-1,86	NS
Atmósfera	C2	Incidencia en los niveles de ruido ambiental y laboral	-1,00	-1,86	NS
	C3	Molestias y afecciones por presencia de olores indeseables	-1,00	-0,83	NS
	C4	Aparición de radiaciones no ionizantes	-1,00	-1,52	NS
	C5	Pérdida de suelos	-1,00	-1,66	NS
Suelo	C6	Contaminación de suelos	-1,00	-0,64	NS
	C7	Alteración y/o destrucción de geoformas naturales	-1,00	-2,46	NS
Coomorfología	C8	Activación de procesos erosivos	-1,00	-2,28	NS
Geomorfología	C9	Activación de fenómenos geodinámicos (movimientos en masa (deslizamientos), derrumbes	-1,00	-1,21	NS
Agua superficial	C10	Afección a la calidad de las aguas superficiales	-1,00	-1,86	NS
	C11	Alteración de cursos de agua		-3,24	NS
	C12	Alteración del niveles freáticos	-1,00	-1,51	NS
	C13	Aumento del caudal en cursos superficiales	-1,00	-1,92	NS
	C14	Cambio de uso del recurso agua	-1,00	00 <b>-1,59</b> NS	
	C15	Pérdida de la calidad visual	-1,00	-3,10	NS
Paisaje	C16	Afectación de unidades y subunidades de paisaje	-1,00	-1,62	NS
	C17	Afectación a recursos escénicos	-1,00	1,00 <mark>-4,30 NS</mark>	
	C18	Pérdida de vegetación natural y bosques nativos	-1,00	-3,04	NS
Flora silvestre	C19	Pérdida de individuos de especies vegetales endémicas	-1,00	-3,07	NS
Fauna silvestre terrestre:	C20	Pérdida de hábitats naturales de fauna silvestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	-1,00	-2,21	NS
mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	C21	Perturbación de hábitats naturales de fauna silvestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	-1,00	-6,81	S
Ictiofauna y	C22	Afectación a peces	-1,00	-2,60	NS
componente planctónico	C23	Afectación a plancton y perifiton		-2,60	NS
Macroinvertebrad os	C24	Pérdida y perturbación de hábitats de macroinvertebrados	-1,00	-2,60	NS
Ecosistemas	C25	Afectación a funciones ecológicas de los ecosistemas naturales terrestres	-1,00	-3,13	NS
naturales terrestres	C26	Reducción de servicios ambientales de regulación de gases (secuestro de carbono)	-1,00	-3,10	NS





Commonantos	COD	Immedia natanciala	CONS	SIGNIFI	
Componentes	ESP.	Impactos potenciales		CE	CANCIA
Ecosistemas naturales acuáticos	C27	Afectación a procesos ecológicos en ecosistemas acuáticos	-1,00	-6,92	S
	C28	Cambios en el uso del suelo	-1,00	-3,12	NS
	C29	Afectación a la propiedad	-1,00	-3,73	NS
Uso del territorio	C30	Pérdida de áreas agropecuarias productivas	-1,00	-3,06	NS
	C31	Reasentamiento de la población	-1,00	-3,14	NS
	C32	Afectación a áreas de concesión minera	-1,00	-4,61	NS
Vida cotidiana	C33	Alteración de la vida cotidiana en la zona del proyecto	-1,00	-1,53	NS
Población	C34	Crecimiento desordenado de la población		-6,40	S
	C35	Disminución del desempleo		8,50	S
	C36	Eliminación de fuentes de empleo		-10,00	S
Economía	C37	Disminución de fuentes de ingresos económicos por actividades agropecuarias y extractivas (minería)		-5,12	S
	C38	Dinamización de la economía local		1,24	NS
	C39	Incremento de enfermedades		-3,84	NS
Salud y seguridad	C40	Accidentes laborales hacia los trabajadores y personal del proyecto	-1,00	-1,58	NS
ooganaaa	C41	Accidentabilidad a la población local por presencia del proyecto		-5,10	S
	C42	Conflictos por demanda de infraestructura vial	-1,00	-8,50	S
Equipamiento y	C43	Conflictos por demanda de infraestructura de servicios básicos		-3,56	NS
servicios	C44	Incremento y mejoramiento del equipamiento comunitario y de servicios básicos		3,26	NS
Arqueología	C45	Alteración y/o destrucción de contextos arqueológicos	-1,00	-7,20	S

NS = No significativo; S = Significativo Clase -1: Negativo; Clase 1: Positivo

Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda.

# Etapa de operación

En la Tabla 8-21 se concentran los impactos potenciales durante la etapa de operación:

Tabla 8- 21: Resultados de la evaluación de los impactos potenciales correspondientes a la etapa de operación

Componentes	COD.	lmmestes matemaisles		OPERACIÓN		
Componentes ES		Impactos potenciales		CE	CANCIA	
Atmósfera	O2	Disminución de la calidad del aire por presencia de emisiones gaseosas contaminantes y material particulado	-1,00	-3,01	NS	
	О3	Incidencia en los niveles de ruido ambiental y laboral	-1,00	-3,15	NS	
	04	Molestias y afecciones por presencia de olores indeseables	-1,00	-5,07	S	
	O5	Aparición de radiaciones no ionizantes	-1,00	-3,02	S	





	COD.		OPER	SIGNIFI	
Componentes	ESP.	Impactos potenciales	CLASE		CANCIA
	01	Influencia en el microclima en el área del proyecto	-1,00	-3,39	NS
	O6	Toneladas evitadas de CO2 por año		10,00	S
0 1	07	Pérdida de suelos	-1,00	-3,35	NS
Suelo	O8	Contaminación de suelos	-1,00	-1,53	NS
	O9	Alteración y/o destrucción de geoformas naturales		-3,35	NS
Geomorfología	O10	Activación de fenómenos geodinámicos (movimientos en masa (deslizamientos), derrumbes	-1,00	-2,23	NS
	011	Afección a la calidad de las aguas superficiales	-1,00	-4,48	NS
	O13	Alteración de cursos de agua	-1,00	-4,87	NS
Agus superficial	012	Cambio de uso del recurso agua	-1,00	-6,61	S
Agua superficial	014	Atenuación de crecidas y estiajes	-1,00	-5,24	S
	O15	Cambio del régimen de flujo	-1,00	-5,34	S
	O16	Interrupción de flujo aguas abajo de la presa	-1,00	-5,24	S
	017	Pérdida de la calidad visual y paisaje	-1,00	-3,51	NS
Deigoio	O18	Afectación de unidades y subunidades de paisaje	-1,00	-3,51	NS
Paisaje	O19	Afectación a recursos escénicos	-1,00	-9,30	S
	O20	Creación de unidad de paisaje y recurso escénico	1,00	3,51	NS
	O21	Pérdida de vegetación natural y bosques nativos		3,32	NS
Flora silvestre	O22 Pérdida de individuos de especies endémicas vegetales		-1,00	3,31	NS
Fauna silvestre terrestre:	O23	Pérdida de hábitats naturales de fauna silvestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna		-3,45	NS
mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	O24	Perturbación de hábitats naturales de fauna silvestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	-1,00	-7,94	S
Ictiofauna y	O25	Afectación a peces		-10,00	S
componente planctónico	O26	Afectación a plancton y perifiton		-3,47	NS
Macroinvertebrad os	O27	Pérdida y perturbación de hábitat de macroinvertebrados	-1,00	-6,61	S
Ecosistemas	O28	Afectación a funciones ecológicas de los ecosistemas naturales terrestres		-3,16	NS
naturales terrestres	O29	Reducción de servicios ambientales de regulación de gases (secuestro de carbono)	-1,00	-3,32	NS
	O30	Pérdida de bienes: productos forestales maderables	-1,00	-3,27	NS
	O31	Afectación a los procesos ecológicos de migración ictiológica en el río Santiago	-1,00	-10,00	S
Ecosistemas	O32	Cambio del sistema lótico a léntico de los ríos	-1,00	-3,47	NS
naturales acuáticos	O33	Aparición de vegetación acuática indeseable (macrofitas) en el embalse y creación de vectores de enfermedades		-3,47	NS
	O34	Afectación bienes ambientales: productos de la pesca		-3,24	NS
	O35	Cambios en el uso del suelo	-1,00	-3,56	NS
Uso del territorio	O36	Afectación a la dieta alimentaria de las comunidades locales.	-1,00	-5,47	S
	O37	Dinamización de la economía nacional	1,00	8,67	S
Economía	O38	Incremento de la inversión pública en las áreas del	1,00	5,10	S





Componentes	COD.	COD. Impactos potenciales	OPER	SIGNIFI	
Componentes	ESP.	·   C		CE	CANCIA
		royecto			
Seguridad y salud	O41	Accidentabilidad a la población local por presencia del proyecto	-1,00	-6,00	S
	O40	Accidentes laborales al personal de la central hidroeléctrica		-1,86	NS
	O39	Aparecimiento de enfermedades	-1,00	-2,18	NS
Equipamiento y servicios	O42	Afectación a la infraestructura y equipamiento comunitario		-3,96	NS

NS = No significativo; S = Significativo Clase -1: Negativo; Clase 1: Positivo

Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda.

# Etapa de retiro

En la Tabla 8- 22 se concentran los impactos potenciales durante la etapa de retiro:

Tabla 8- 22: Resultados de la evaluación de los impactos potenciales correspondientes a la etapa de retiro

Componentes	COD.	Importor notonololo	RET	SIGNIFI	
Componentes	ESP.	Impactos potenciales	CLASE	CE	CANCIA
Atmósfera	R1	Disminución de la calidad del aire por presencia de emisiones gaseosas contaminantes y material particulado		-1,06	NS
	R2	Incidencia en los niveles de ruido ambiental y laboral	-1,00	-0,72	NS
Suelo	R3	Contaminación de suelos	-1,00	-2,12	NS
Suelo	R4	Rehabilitación y recuperación de suelos	1,00	2,16	NS
Agua superficial	R5	Afección a la calidad de las aguas superficiales	-1,00	-0,29	NS
Agua superiiciai	R6	Estabilización del Nivel Freático	1,00	3,19	NS
Paisaje	R7	Pérdida de la calidad visual		-0,64	NS
Flora Silvestre	R8	Recuperación de vegetación natural		3,00	NS
Fauna silvestre terrestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	R9	Perturbación de hábitats naturales de fauna silvestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna		-0,64	NS
Macroinvertebrad os	R10	Pérdida y perturbación de hábitats de macroinvertebrados	-1,00	-0,30	NS
00	R11	Restauración de hábitats para macroinvertebrados	1,00	4,33	NS
Economía	R13	Afectación de la economía local	-1,00	-10,00	S
LCOHOIIIIA	R12	Incremento del déficit de la balanza comercial	-1,00	-3,40	NS
Seguridad y	R14	Accidentes laborales hacia los trabajadores y personal del proyecto	-1,00	-0,42	NS
salud	R15	Accidentabilidad a la población local por presencia del proyecto	-1,00	-4,56	NS

NS = No significativo; S = Significativo Clase -1: Negativo; Clase 1: Positivo

Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda. Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda.





# Resumen de impactos

En resumen, los resultados de la evaluación de los impactos potenciales es la siguiente:

Tabla 8-23: Clasificación de los impactos potenciales por etapa.

PROYECTO	Ftonos	<b>I</b>	NS	S		
	Etapas	Positivos	Negativos	Positivos	Negativos	
	Construcción	2	34	1	8	
	Operación	3	24	3	12	
рце	Retiro	4	10	0	1	
PHS	SUBTOTAL	9	68	4	21	
	TOTAL		77	25		
	TOTAL	102				

NS = No significativo; S = Significativo

Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda. /Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda.