

Fotografía 9.10.11.18

En el sector de paso de quebradas, la línea ha sido destruida por torrentes los cuales con la misma fuerza ha quebrado y doblado los rieles y han depositado cantos, bloques sobre las estructuras



Fotografía 9.10.11.19

Destrucción de toda la zona de paso por el río Reventazón, donde se observan los rieles doblados y acostados sobre el cauce del mismo río.

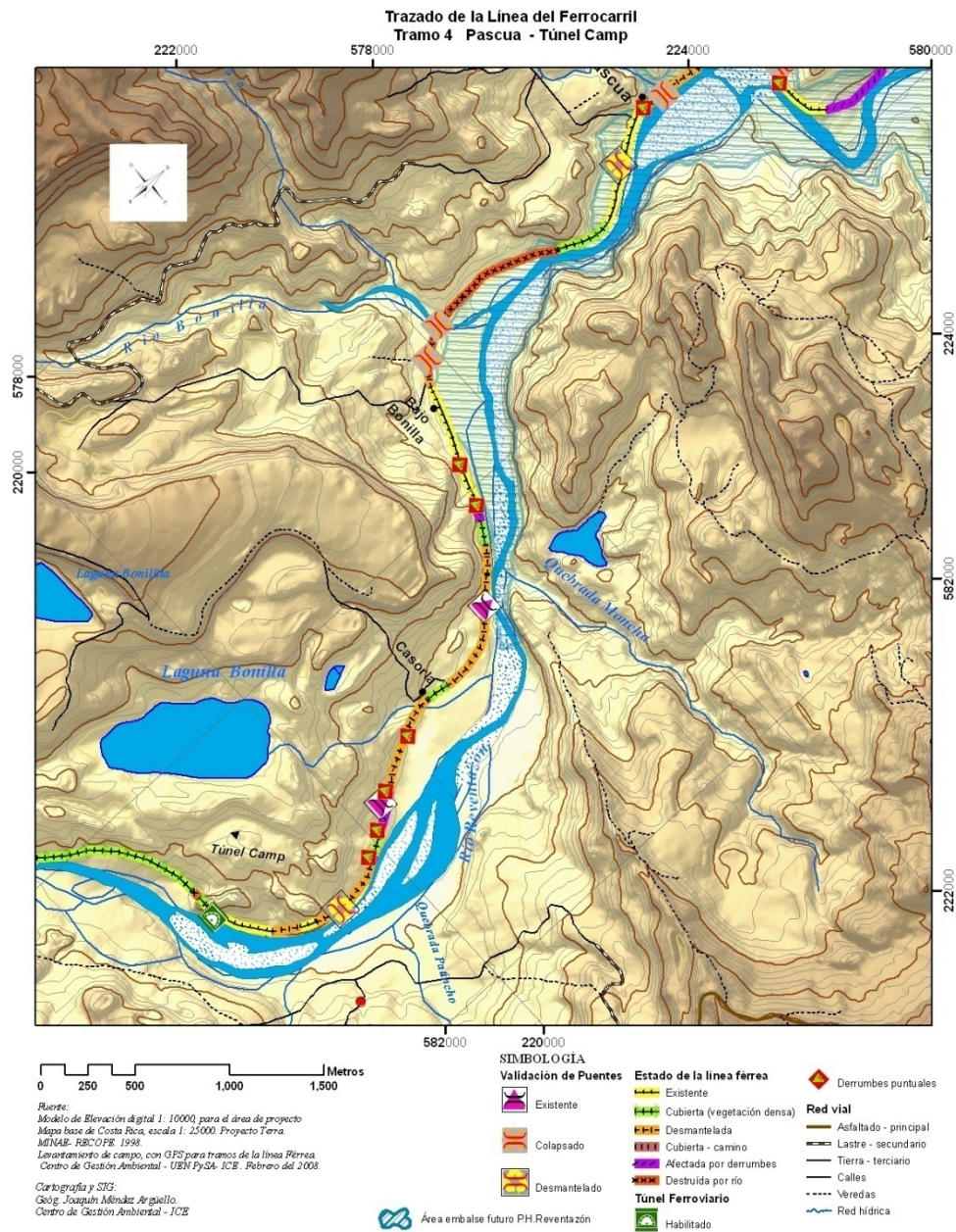


Fotografía .9.10.11.20

Desmantelamiento de la línea del ferrocarril en donde se observan restos de rieles cortados, durmientes levantados.



Figura 9.10.11.5



T5- Túnel Camp – Peralta

Este corresponde al último tramo avaluado, y parte desde el túnel ubicado en el sector de la laguna de Bonilla, la estructura como tal se encuentra habilitada por su acceso Este, mientras que hacia su boca oeste la vía ha colapsado aproximadamente 35m causado por el derrumbe de la línea férrea por acción de la erosión del río hacia su margen. La litología en este sector desde el túnel a el río Colima está conformado por materiales volcánicos sobreyacidos por depósitos coluvio aluviales, la pendiente no es muy fuerte varía en el orden de 15 a 30% en los taludes. Este sector está completamente aislado e inaccesible por ambos lados, debido al colapso del puente sobre el río Colima. La vegetación ha invadido todo la vía y es posible que parte colapsara por derrumbes ocasionados por el río, según lo observado por foto aérea. (cuadro 9.10.11.7 y figura 9.10.11.6)

Cuadro 9.10.11.7
Estado de la ferrovía en el tramo T5

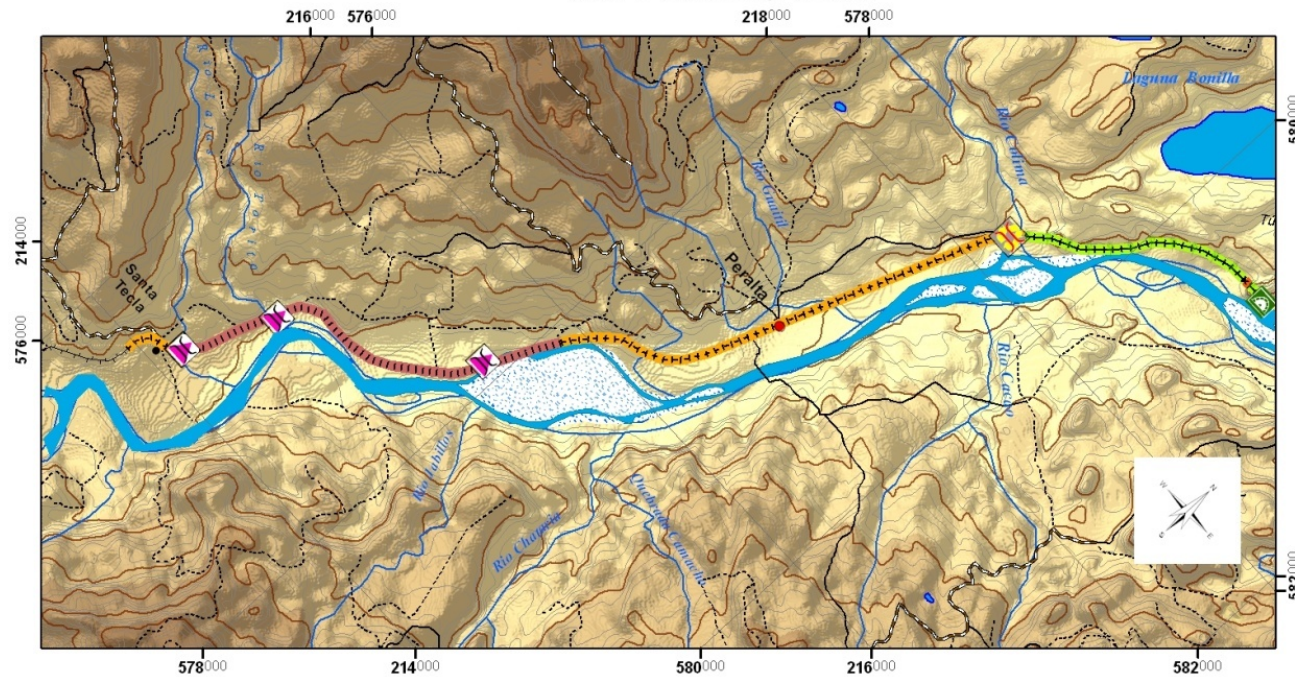
<i>Estado de la Ferrovia</i>	<i>Longitud (metros)</i>	<i>%</i>	<i>% respecto al recorrido total</i>
Cubierta	1446.06	20.0	5.11%
Cubierta - camino	2464.76	34.0	8.70%
Desmantelada	3293.24	45.5	11.63%
Destruída por río	37.55	0.5	0.13%
Total	7241.61	100.0	25.57%

Fuente: Elaborado por Geóg. Max Ureña con información primaria

A partir del río Colima según el cuadro 9.10.11.7 el 45% de la vía férrea está desmantelada en este tramo. Destaca el hecho que en este sector es donde se ubica el mayor porcentaje de línea utilizada como camino, reflejado en 8.7 % del total del recorrido estudiado, con respecto al tramo es un 34% del mismo. No se observaron segmentos de la línea que pudieran marcarse como existentes. Buena parte del trayecto que comunica la comunidad de Peralta con la entrada del camino que entronca con la ruta principal entre Santa Rosa y Cimarrones, es ahora un camino público de lastre para tránsito de vehículos. Camino que también ha sido aprovechado por RECOPE para dar mantenimiento al oleoducto, el cual ocupa a su vez parte de la zona de derecho de paso de la vía férrea.

Figura 9.10.11.6

Trazado de la Línea del Ferrocarril
Tramo 5 Túnel Camp - Peralta



0 250 500 1,000 1,500 Metros

Fuente:
Modelo de Elevación digital 1:10000, para el área de proyecto
Mapa base de Costa Rica, escala 1:25000. Proyecto Terra. MINAB- RECOPE. 1998.
Levantamiento de campo, con GPS para tramos de la línea férrea.
Centro de Gestión Ambiental - UEN PySA- ICB. Febrero del 2008.

Cartografía y SIG:
Geóg. Joaquín Méndez Argüello.
Centro de Gestión Ambiental - ICB

SIMBOLOGÍA

Validación de Puentes

- Existente
- Colapsado
- Dismantelado

Estado de la línea férrea

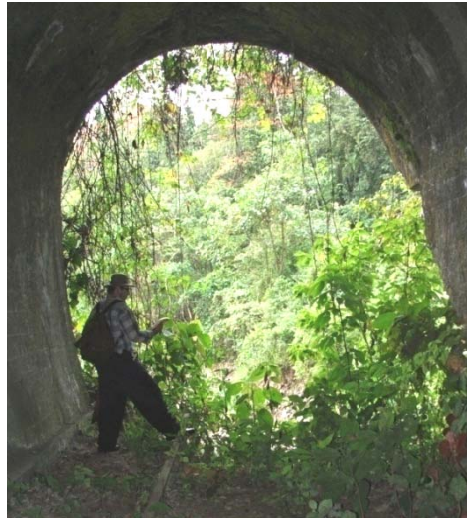
- Existente
- Cubierta (vegetación densa)
- Dismantelada
- Cubierta - camino
- Afectada por derrumbes
- Destruída por río

Red vial

- Asfaltado - principal
- Lastre - secundario
- Tierra - terciario
- Calles
- Veredas
- Red hídrica

Fotografía 9.10.11.21

A la salida del túnel en el sector de Túnel Camp hacia Peralta, la línea colapsó como consecuencia del socavamiento del río Reventazón contra la margen izquierda, lo cual destruyó más de 35 metros de la vía y su base de soporte.



Fotografía 9.10.11.22

Sitio de paso de la línea sobre el río Colima en dirección hacia Túnel Camp. El río Colima destruyó el puente, dejando inaccesible el paso hacia el sector que comunica con Túnel Camp.



Fotografía 9.10.11.23

Área de paso de la línea, en la cual no queda evidencia de la estructura ferroviaria como tal. La vegetación y la invasión por parte de terceros de la zona han estrechado la misma área de derecho de paso de la vía.



Fotografía 9.10.11.24

Área de paso de la línea convertida en camino de lastre para vehículos a la altura de Peralta. La estructura ferroviaria fue cubierta la mayor parte del recorrido por una capa de lastre compactado.



Fotografía 9.10.11.25

En la población de Peralta, antigua estación de paso de la línea, el área de uso del ferrocarril se ha convertido en parque público y recreativo, hasta el punto que una acera de concreto rodea parte del área utilizada.



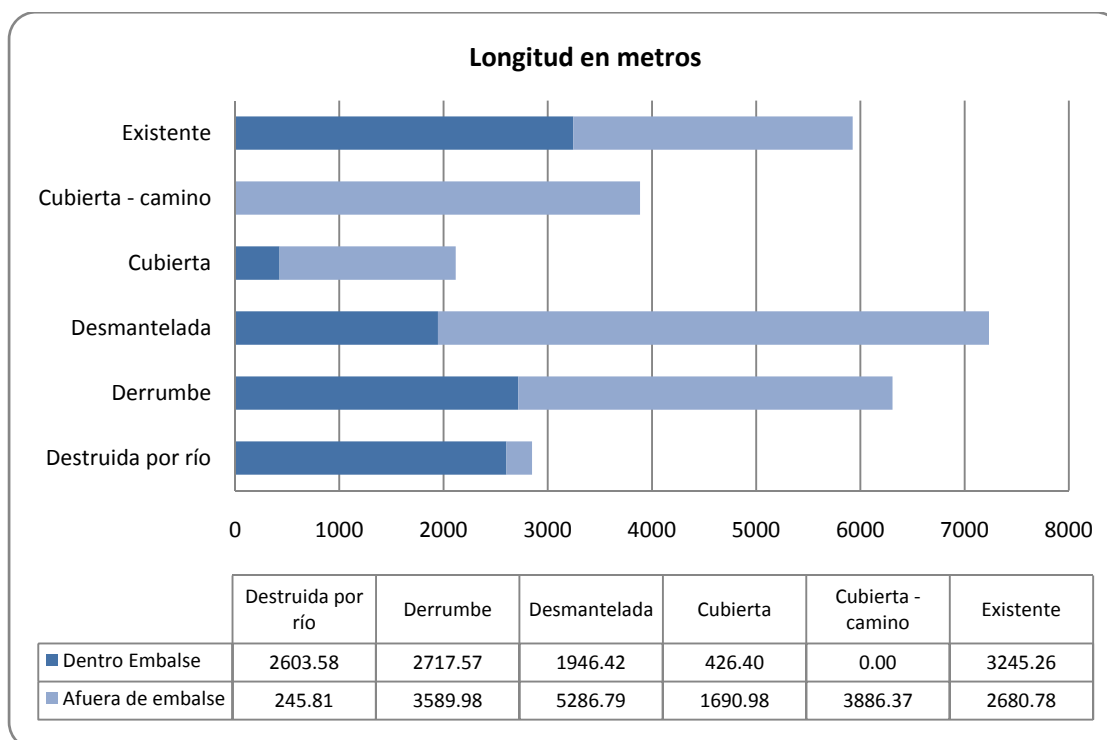
Fotografía 9.10.11.26

Área de paso de la línea usada para el paso del oleoducto, en este sector la estructura ferroviaria es inexistente, la única evidencia es el puente que sirve de paso vehicular y se observa que ha sido construido y acondicionado a partir materiales de la línea.



Como conclusión al análisis del trayecto estudiado desde la Ruta 32 a Peralta se obtiene el siguiente gráfico:

Figura 9.10.11.7
Resumen del Estado de la línea del Ferrocarril
Trayecto Intersección Ruta 32 - Peralta



La figura 9.10.11.7 muestra la suma de todos los segmentos y sus distancias, se observa entre las categorías más altas están los segmentos de línea desmantelados que corresponde a un 25.54 % del recorrido es decir 7233.21 metros de línea, seguido de los derrumbes con 22.27% lo que equivale a 6307.55 metros de vía. Las líneas existentes corresponden a un 20.93 %, (5926.04 m). Si se consideran las variables de *desmantelada*, *derrumbe* y *destrucción por río* en una sola categoría se obtiene que un 57.87% de la línea ferroviaria para el sector estudiado se haya perdido en su totalidad.

El gráfico también muestra los segmentos que quedarían inundados por el embalse del P.H. Reventazón, donde resalta que la mayoría de los segmentos de la vía férrea clasificados por *destrucción por río*, 2603.58 metros de vía se encuentran dentro de la zona de embalse.

Un buen porcentaje de la vía que queda aun en se indican en condición de *existente* para todo el recorrido estudiado se ubica en la zona embalse, equivale a 3245.26 m de vía que llegarían a ser inundados y 2680.78 m de vía existente se localizan fuera de la zona de embalse.

Otro aspecto importante a considerar es el tramo T3 entre Lomas y Pascua el cual sería totalmente cubierto por el futuro embalse del P.H. Reventazón.

Este tramo se localiza en el área central del futuro embalse, corresponde a un 19.61% del total de vía férrea analizado. De este porcentaje un 5.62% se ha clasificado como existente lo que representa 1590.84 metros de vía férrea que eventualmente se puedan rescatar de este sector.

El sector T3 es uno de los más susceptibles en cuanto a inestabilidad de las laderas, debido a la gran cantidad de deslizamientos que se han presentado en este tramo a lo largo de muchos años. Por lo que ya varios especialistas han sugerido que se debía optar por otra opción de paso para el ferrocarril, que no implicara seguir pasando por este sector, debido a que la misma construcción de la vía ferroviaria reactivó zonas de deslizamientos a lo largo de este tramo.

9.11 Paisaje

9.11.1 Introducción

El paisaje como recurso natural en Costa Rica está protegido y respaldado según el artículo 89 de la Constitución Política de la República que indica lo siguiente: “entre los fines culturales de la República están proteger las bellezas naturales, conservar y desarrollar el patrimonio histórico y artístico de la Nación y apoyar la iniciativa privada para el progreso científico y artístico”. A nivel internacional, cuenta con el respaldo de varias leyes entre ellas la ley de la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural, aprobada por la Conferencia General de la ONU durante la 17ª-Reunión celebrada en París en noviembre de 1972 y por la Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América (Ley 3763 de octubre de 1966) que fue adoptada en Washington en marzo de 1973. En el 2008 está el Proyecto de Ley Asamblea Legislativa para Pago Servicios Ambientales por deterioro paisaje

El paisaje es un elemento aglutinador de un conjunto de características del medio físico, morfológico, biótico, socioeconómico y cultural. El mismo no solo tiene un valor actual sino potencial. Qué es el valor potencial? Es la capacidad de la fragilidad del paisaje de cara a las actuaciones humanas y sus consecuentes cambios, es decir cómo y cuándo estas actuaciones y el proceso del desarrollo, pueden afectar la percepción y calidad del paisaje y cuál es la capacidad del paisaje para absorber esos cambios. La fragilidad es la inversa de la capacidad del paisaje para absorber los cambios que pueden ser positivos o negativos (Pérez González, L.)

9.11.2. Delimitación de la zona de estudio y metodología

El área de influencia de la zona de estudio del P. H. Reventazón se enmarca según las fotografías 9.11.1. a la 9.11.4.

Los criterios que se aplicaron para el análisis del paisaje fueron: configuración espacial, cobertura de la tierra, aguas superficiales, componente antrópico; y características visuales: textura, cromatismo, morfología, visibilidad o efecto de apreciación del espectador, umbral de impacto visual (< de 3 km.), e impacto visual de las obras sobre áreas paisajísticas.

Cuadro 9.11.2.1.
Indicadores para la clasificación de las unidades paisajísticas y singularidades naturales, 2007

Indicadores de clasificación de las unidades	
Unidades Paisajísticas	Indicadores
<i>Belleza Escénica</i>	
Valles Fluviales y Taludes	Geomorfología, geología, cañones, uso de la tierra, aspecto visual
Zonas Planas	Geomorfología, uso de la tierra, aspecto visual
Zonas Multiconvexas	Geomorfología, relieve, uso de la tierra, características visuales
<i>Singularidades Naturales</i>	
Salto de agua	Geomorfología, usos, cañones, geología, calidad visual
Láminas de agua	Lagunas, usos, calidad visual
Bivalvos	Recursos geológicos, rareza, interés científico, composición

Fuente: Elaborado por Geóg. Geradina Araya con adaptación de: España. Ministerio del Medio Ambiente y CEDEX.

9.11.3. Clasificación y descripción de las unidades paisajísticas

Del trabajo de campo realizado y la colaboración del personal del Sistema de Información Geográfica se identificaron dos unidades paisajísticas bien diferenciadas: belleza escénica y singularidades naturales, ambas se describen más adelante en este mismo capítulo y se representan en la figura no. 9.11.1 Clasificación de las unidades paisajísticas y figura no. 9.11.4 Singularidades Naturales.

9.11.4. Belleza Escénica

Área influencia directa

9.11.4.1. Valles fluviales y Taludes

- a. Río Reventazón
- b. Río Bonilla
- c. Quebrada Linda
- d. Quebrada Hermosa
- e. Río Blanco
- f. Río Pascua
- g. Río Rubio (Quebrada 45)
- h. Quebrada Lajas
- i. Quebrada Carazo
- j. Quebrada Moncha

9.11.4.2. Zonas Planas

9.11.4.3. Zonas multiconvexas

Área influencia indirecta

9.11.4.4. Volcán Turrialba

9.11.4.5. Barra del Parismina

La belleza escénica se clasifica como vistas panorámicas caracterizadas por no tener límites aparentes para la visión, predominan los elementos lejanos en primer plano y el cielo dominando la escena. En el área de influencia directa se identificaron 3 subunidades: Valles fluviales y taludes, Zonas planas y Zonas multiconvexas, en el área de influencia indirecta se incluyeron el Volcán Turrialba y la Barra del Parismina (fotografía 9.11.1.).

9.11.4.1. Valles Fluviales y Taludes

Los valles fluviales y taludes se encuentran, en el Área de Influencia Directa e Indirecta desde las partes medias-altas hasta la confluencia con el colector principal; se caracterizan por ser paisajes fisiográficos, estrechos y alargados, intercalados entre dos áreas de relieve más alto y tienen como eje un curso de agua. Además de ser espacios angostos donde se ubica el cauce húmedo del río y sus márgenes, las laderas tienen pendientes de fuertes a muy a fuertes, y las curvas pronunciadas dan lugar a meandros encajonados (Geología: El mundo en imágenes). Los taludes son zonas donde el río discurre entre una pared con pendientes muy fuertes y en la otra margen con pendiente moderada como el caso del río Seco y Quebrada Linda.

Fotografía 9.11.1.

Paisaje fisiográfico del valle fluvial río Reventazón en Bonilla Abajo, visto desde Pascua, al fondo en la perspectiva de la derecha el Volcán Turrialba



Fuente: Archivo fotográfico CGA; fotografía Gerardina Araya Astorga enero 2008

Para efectos de esta descripción, se analiza una sección del cañón del río Reventazón desde la cola del embalse en Bonilla Abajo hasta el codo del diablo que se encuentra en el límite entre Florida y El Coco.

Características físicas y visuales

La unidad paisajística del río Reventazón es una depresión de forma alargada, delimitada por las laderas verticales de las riberas de su cauce, su dirección es de S a NNE. En ambas márgenes hay terrazas planas casi horizontales formadas por materiales aluviales que han sido transportados y depositados por el mismo río, el ancho de las terrazas varía desde los 52 m hasta los 441 m de ancho, en promedio tienen 216 m de ancho.

El curso del río experimentó cambios que se podrían atribuir a la ocurrencia de deslizamientos de grandes dimensiones, a la recurrencia de varios procesos de remoción en masa en períodos de tiempo corto a consecuencia de eventos extremos de precipitación y a la sismicidad. Además, la inestabilidad de las laderas responde a eventos extremos hidrometeorológicos asociados a la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y condiciones de humedad del suelo (ICE-CENPE, 2007). En este paraje la cobertura está definida por un lado, por una masa de bosque homogéneo, y por otro lado existen masas vegetales que se encuentran en diferentes estados sucesionales, a pesar de ello algunas partes están muy alteradas; en áreas cuya topografía es menos agreste, predominan los pastizales solos o con árboles muy dispersos. Otro aspecto a destacar es la ocurrencia de deslizamientos de grandes proporciones que se activan en las paredes verticales de las márgenes, es de destacar el derrumbe localizado en la margen derecha del río, frente al antiguo poblado de Bonilla Abajo del Cantón de Siquirres según coordenadas Costa Rica Lambert 580 563 norte y 221 273 oeste. En la Foto 9.11.2 tomada desde Oriente del Sauce del Cantón de Turrialba se ve el derrumbe en mención y la cola del embalse en Bonilla Abajo así como la ruta 415 que comunica Turrialba con Páscua, esta ruta 415 llega hasta el cruce de entrada a la comunidad del Cairo de Siquirres, a solo 7 km antes de la ciudad de Siquirres, es decir en la intersección de la ruta 32 San José-Limón.

En La Florida, margen izquierda, se ubicará la presa y sus obras conexas, un sitio de acopio y dos escombreras, en la margen derecha (El Coco y Finca Plywood) estarán el tanque de oscilación, tubería de alta presión, casa de máquinas, subestación, escombreras, accesos, sitios de acopio y otras obras civiles para campamentos, oficinas, etc. El embalse se ubica desde Bajo Bonilla hasta Sitio Presa en Florida. El cauce de dominio público del río, tanto aguas arriba como aguas abajo del sitio de presa servirá como sitio de extracción de materiales tanto de sus reservas dinámicas como estáticas. El acarreo de materiales hacia las obras se transportará principalmente por la margen derecha así como los escombros de las excavaciones y otros materiales será llevado a las escombreras de ambas márgenes.

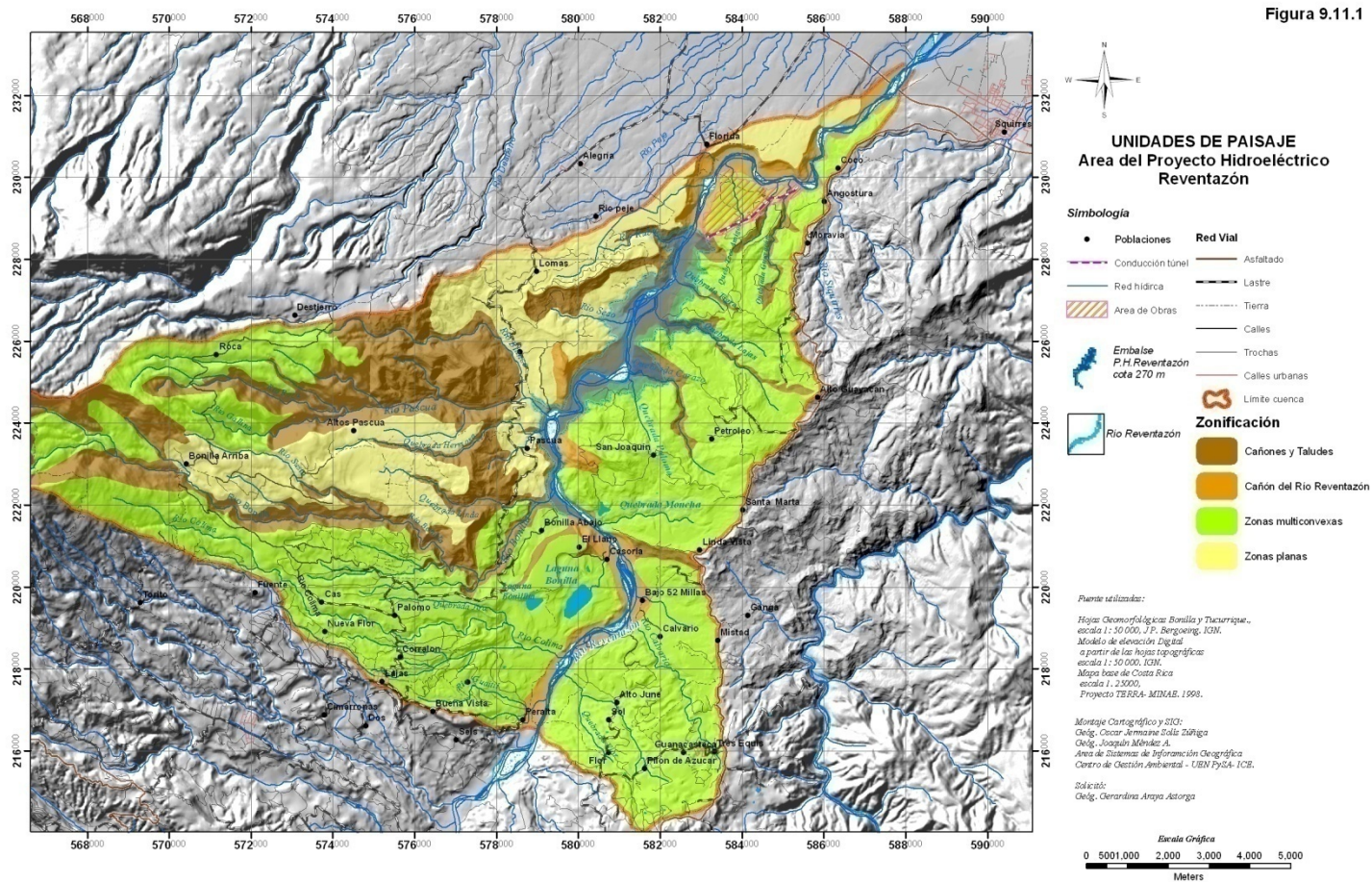
Fotografía 9.11.2.

Panorámica desde Oriente de El Sauce, Turrialba, del valle fluvial del río Reventazón en Bonilla Abajo. Se ve parcialmente la cola del embalse al pie del derrumbe en la margen derecha del río y en el centro la confluencia de los ríos Reventazón y Bonilla, a la izquierda la ruta hacia Pascua hasta el Cairo



Fuente: Archivo fotográfico CGA; fotografía Gerardina Araya Astorga enero 2008

Figura 9.11.1.
Unidades de paisaje



El contraste cromático, en general, se define por tonalidades a diferentes verdes determinados por los dos usos de la tierra predominantes, tonos oscuros al fondo, y en las laderas empinadas donde emerge el bosque los matices verdes claros están en primer plano en las terrazas de las dos márgenes y áreas cuyo relieve tiene pendientes suaves donde predominan pastos solos o mezclados con árboles muy dispersos; y en menor grado hay tonalidades de colores café donde se evidencia remoción en masa reciente y coronas de deslizamientos que no han sido colonizadas por la vegetación. También se distingue por una estructura dispersa y textura de grano desde grueso hasta fino definida por el uso de la tierra.

Los ríos tributarios que confluyen con el colector principal, en ambas márgenes son de aguas cristalinas con una gran capacidad de arrastre de materiales que llegan directamente al colector y/o van dejando en las riberas de su cauce, estos cursos fluviales torrenciales o de montaña se caracterizan por recorridos de distancia corta en pendientes altas. Un ejemplo es la crecida del río Rubio conocido como Quebrada Cuarenta y Cinco, el 31 de agosto del 2007 y el 25 de diciembre del mismo año, estos eventos causaron un cambio total del paisaje de su cauce y su entorno, desde el salto coordenadas 582 220 norte y 228 418 oeste, que se encuentra a 267 m de la confluencia con el Reventazón en Florida y a 140 m del sitio de presa, a consecuencia de un evento extremo de precipitación, dejando a su paso diferentes tipos de materiales de grandes dimensiones, también la confluencia de la quebrada al Reventazón durante en el evento fue tan violenta que “empujó” el río hacia la margen derecha.

Otros parajes identificados en la zona en la margen izquierda son el río Bonilla, la quebrada Hermosa, los ríos Pascua, Blanco y Rubio y las corrientes de agua de la margen derecha, a saber: las quebradas Moncha, Carazo y Lajas. La cristalinidad de las corrientes de la margen izquierda denota que aún forman parte de un relieve juvenil, predomina una cobertura boscosa en la cuenca alta y media, también son de una corta longitud. El estadio alcanzado por el ciclo de erosión en esos valles que forman una uve (v) escarpada y vertical es joven, mientras que en el curso donde la uve es más abierta, el caso del río Reventazón, llega a un estadio intermedio llamado de madurez.

En estos parajes cubiertos por bosques sobresale el color verde a diferentes tonalidades, hay una ocurrencia de verde oscuro en las líneas de bosque tupido (bosque de galería) que cubre las riberas de los ríos en las laderas; donde el río se ensancha las características cromáticas cambian a verde claro, la textura se clasifica desde grano mediano a grueso; textura y aspecto cromático están en función de los dos usos de la tierra: pastizales y bosques. Las unidades son alargadas y siguen la línea de cada curso fluvial. En las laderas desprovistas de vegetación dominan los afloramientos rocosos de color café en diferentes tonalidades cuya textura es fina. La vegetación propiamente de las laderas va de densa a escasa dependiendo del nivel de meteorización de la roca y de la verticalidad de las laderas.

Finalmente en la unidad se observa una homogeneidad por el predominio de una textura de grano grueso y el tono verde oscuro.

9.11.4.2. Zonas planas: Características físicas y visuales

Esta unidad se encuentra en la margen izquierda del río Reventazón. Está constituida por pendientes entre la categoría de 0-15%, característica de zonas planas y terrenos con formas onduladas y suaves. (figura 9.11.1 y fotografía 9.11.3).

Fotografía 9.11.3.

Vista panorámica del paisaje plano, desde Lomas, al fondo la línea de costa del litoral Caribe en la Barra del Río Pacuare



Fuente: Archivo fotográfico CGA; fotografía Gerardina Araya Astorga agosto 2007

Desde la llanura en sus diferentes lugares donde no hay obstáculos naturales o artificiales; como desde la carretera que une Lomas con La Florida, en días soleados hay una vista panorámica amplia y sin límites concretos hacia la línea de costa del Mar Caribe, se distingue claramente la desembocadura del río Pacuare.

En esta unidad la presencia de comunidades lineales a la carretera primaria y sus actividades socio productivas ha sustituido y modificado el paisaje natural y su entorno. El uso de la tierra la determinan actividades agropecuarias como cultivos alimenticios y anuales, y otros como macadamia, café; piña, papaya, la crianza de aves; la predominancia de pastos como Estrella y Gramalote y otras gramíneas para ganado cruzado o criollo, hay algunas porquerizas que valga mencionar (2008) originan una contaminación por los malos olores que despiden y se respira desde la carretera. En general la labor agropecuaria está vinculada a la gestión piñera y ganadera.

En cuanto a las características visuales se distinguen por presentar una textura fina con predominancia de colores verde claro como consecuencia de su uso generalizado con pasto combinado con algunos árboles aislados y los monocultivos de piña. En las riberas de los ríos se notan líneas de bosque de galería, con colores verde oscuro, el mismo color está presente en las plantaciones de macadamia y café.

9.11.4.3. Zonas multiconvexas: Características físicas y visuales

La zona multiconvexa es un paisaje de colinas o lomas en forma redondeadas, de estructura regular y anchas como se presenta en la Foto 9.11.4 y de laderas muy disectadas e inclinadas con fuerte pendiente, a moderadamente disectadas e inclinadas y onduladas, otras con laderas de fuerte pendiente; dispersas en un espacio amplio sin dirección ni forma clara que se localizan en diferentes espacios de la zona a ambos márgenes del colector principal. Está intervenida por actividades socio económicas que dan paso a algunos cultivos anuales, perennes algunos bosques principalmente siguiendo los cursos de los ríos y en las cimas de las colinas, y zonas de pastizales donde pase el ganado bovino. (Bergoeing, 2007)

Fotografía 9.11.4.
Paraje de la unidad multiconvexa, en la comunidad de Lomas



Fuente: Archivo fotográfico CGA; fotografía Gerardina Araya Astorga diciembre 2007

La margen izquierda del río Reventazón el uso de la tierra se caracteriza por la presencia de fincas con café caturra y catimor bajo sistema monocultural o también intercalado con frutales y otros árboles bajo un sistema agroforestal, en cuyo espacio sobresale la textura de grano medio a grueso y colores con tonalidades verdes oscuras. En otros espacios los pastos predominantes son estrella, gramalote y guinea rastrera solos o bajo sistema silvopastoril para ganado cruzado o criollo de leche, se trabaja con grupos organizados en la ganadería intensiva de leche y se está procesando la leche en plantas queseras; el espacio que se libera es para cultivos de autoconsumo. (López, A. 2008).

En la margen derecha el uso de la tierra lo determina la presencia de parcelas con cultivos de culantro coyote para la exportación y fincas con pastizales y ganado de carne y leche en forma extensiva. Actualmente en el 2007 y principios del 2008, se está iniciando un proceso de ganadería intensiva, con el fin de liberar áreas al igual que en la margen izquierda para introducir cultivos de autoconsumo. (López, A. 2008).

En ambas márgenes la cromacidad es de colores verdes claros y textura fina a muy fina, predomina la pendiente entre 15 a 30%; el bosque está muy intervenido.

Los poblados están dispersos y otros en forma lineal con las vías de comunicación, en ellos se encuentran servicios como comercios, agroindustrias, queserías, lecherías y granjas porcinas, aserraderos, porquerizas, establos dispersos y presencia de humedales, importante señalar que algunas lomas son sitios potenciales como miradores naturales para observar el futuro embalse, un ejemplo es la vista panorámica que se observa en la Foto 9.11.1 que fue tomada desde una de las lomas en Pascua según coordenadas 578 913 y 222 788.

Las líneas de bosque ripario que siguen el curso de los ríos, tienen pendiente superiores al 30%, la textura que predomina es grano grueso y colores verde oscuro perenne; a su alrededor se nota un color claro y textura gradualmente fina, por la presencia de pastizales.

En algunos sectores hay evidencia de inestabilidad superficial por la constitución litológica, el clima imperante y por el cambio en el uso de la tierra de áreas boscosas a pastizales y otros cultivos; las áreas con pastos activan procesos de erosión como terracetos o pie de vaca hasta llegar al proceso intenso de formación de cárcavas y deslizamientos.

9.11.4.4. Volcán Turrialba

El Volcán Turrialba es el más oriental de la Cordillera Volcánica Central, se localiza según las coordenadas 10° 02' N y 83° 46' W, se ubica en el Parque Nacional Volcán Turrialba, en el distrito Santa Cruz, Cantón Turrialba, provincia de Cartago; su altitud es de 3 340 m, los primeros colonizadores lo llamaron Torre Alba o humo blanco por los penachos de humo que salían de la cima. La fotografía 9.11.5 es una vista panorámica del Volcán desde Guayacán de Siquirres, en la margen derecha del río Reventazón.

Fotografía 9.11.5.
Vista panorámica del Volcán Turrialba desde Guayacán, Siquirres



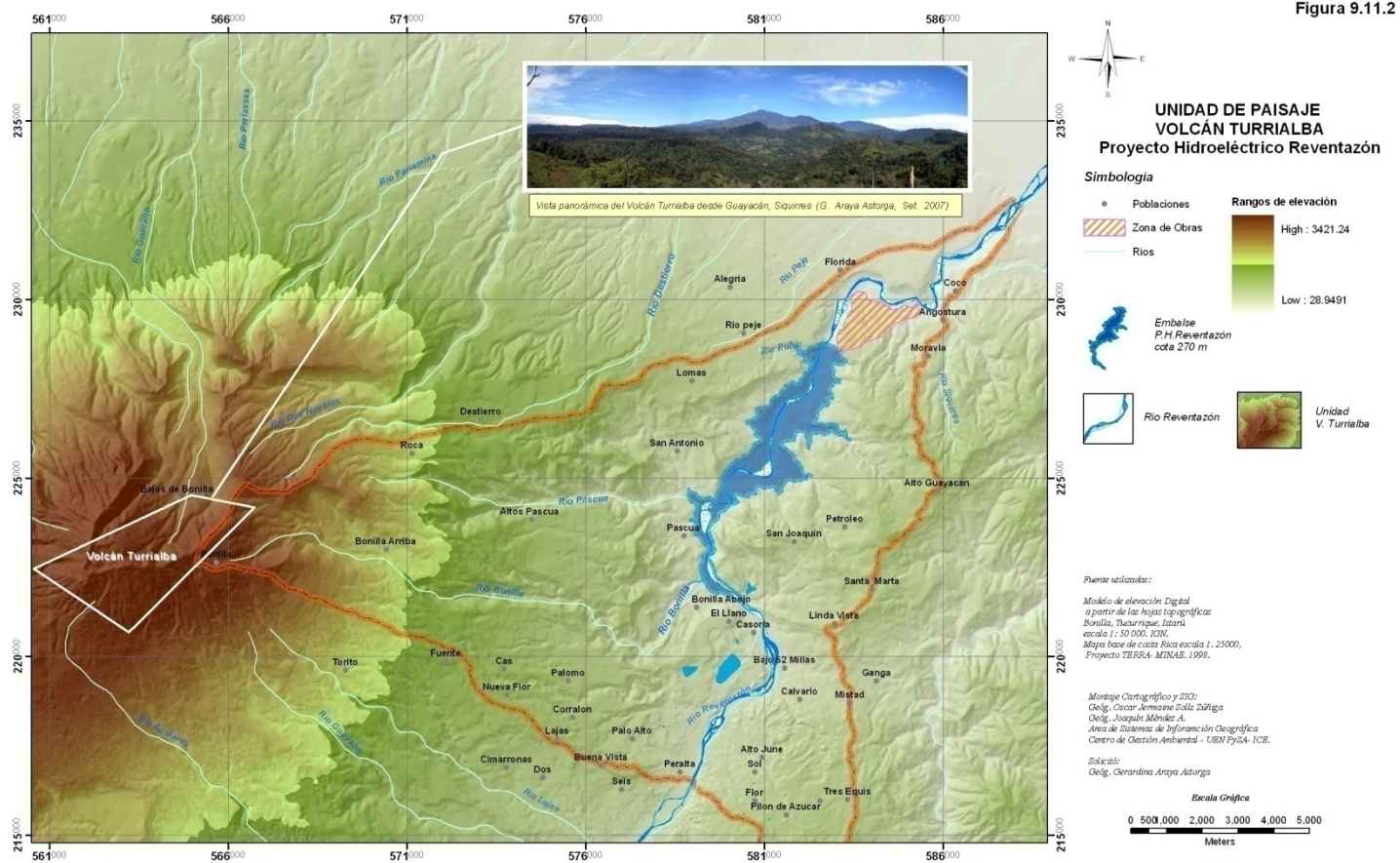
Linkimer, L. y Alvarado, G. 2002, indican que “muchos son los atributos del volcán Turrialba que lo hacen tan majestuoso: es el volcán más oriental de la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica y el segundo más alto de nuestro territorio, tan solo unos 90 m más bajo que el volcán Irazú. Además, tiene un edificio volcánico muy voluminoso de 290 km³, aproximadamente, abarcando, desde la ciudad de Turrialba hasta las llanuras de Guápiles y desde el río Toro Amarillo hasta las cercanías del río Reventazón”.

Está formado por una caldera o depresión donde se ubican los tres cráteres principales. Se encuentra en la divisoria de aguas de las cuencas de los ríos Chirripó, Parismina y Reventazón. Según Alvarado, G. 2006 se encuentra a unos 17 km al WSW del Proyecto Hidroeléctrico Reventazón, figura 9.11.2.

El volcán puede verse desde la ciudad de Siquirres; desde la margen izquierda del río Reventazón de los poblados La Florida, La Alegría, Lomas y otros; y en la margen derecha desde la Ruta 10 Turrialba-Siquirres y de las comunidades como Moravia, Guayacán, etc. ver fotografía 9.11.5.

Este paraje cónico, regular y compacto, tiene textura de grano grueso en las partes cubiertas por vegetación y color verde a diferentes tonalidades de oscuro. El cráter principal sobresale un grano desde muy fino hasta mediano, con cromacidad a diferentes tonos desde amarillos claros pasando por intensos, naranjas, rojos, cafés tenues a oscuros y diversos grises debido a la constitución mineralógica; los otros cráteres de la misma textura visualmente son de color café oscuro. El color está en relación directa con la hora del día, la posición del sol y la visibilidad: presencia o ausencia de nubosidad y lluvia. El paraje está disectado por un sistema de drenaje radial con ríos encañonados a diferentes profundidades. Es una unidad paisajística con forma vertical y volumétrica, con estructura regular, de tamaño muy grande, cuya lectura se realiza en forma vertical, en esta unidad hay un efecto de la luz lateral hacia las laderas verticales externas e internas, que origina un contraste de luz y sombra en las vertientes.

Figura 9.11.2.
Volcán Turrialba



9.11.4.5. Barra del río Parismina

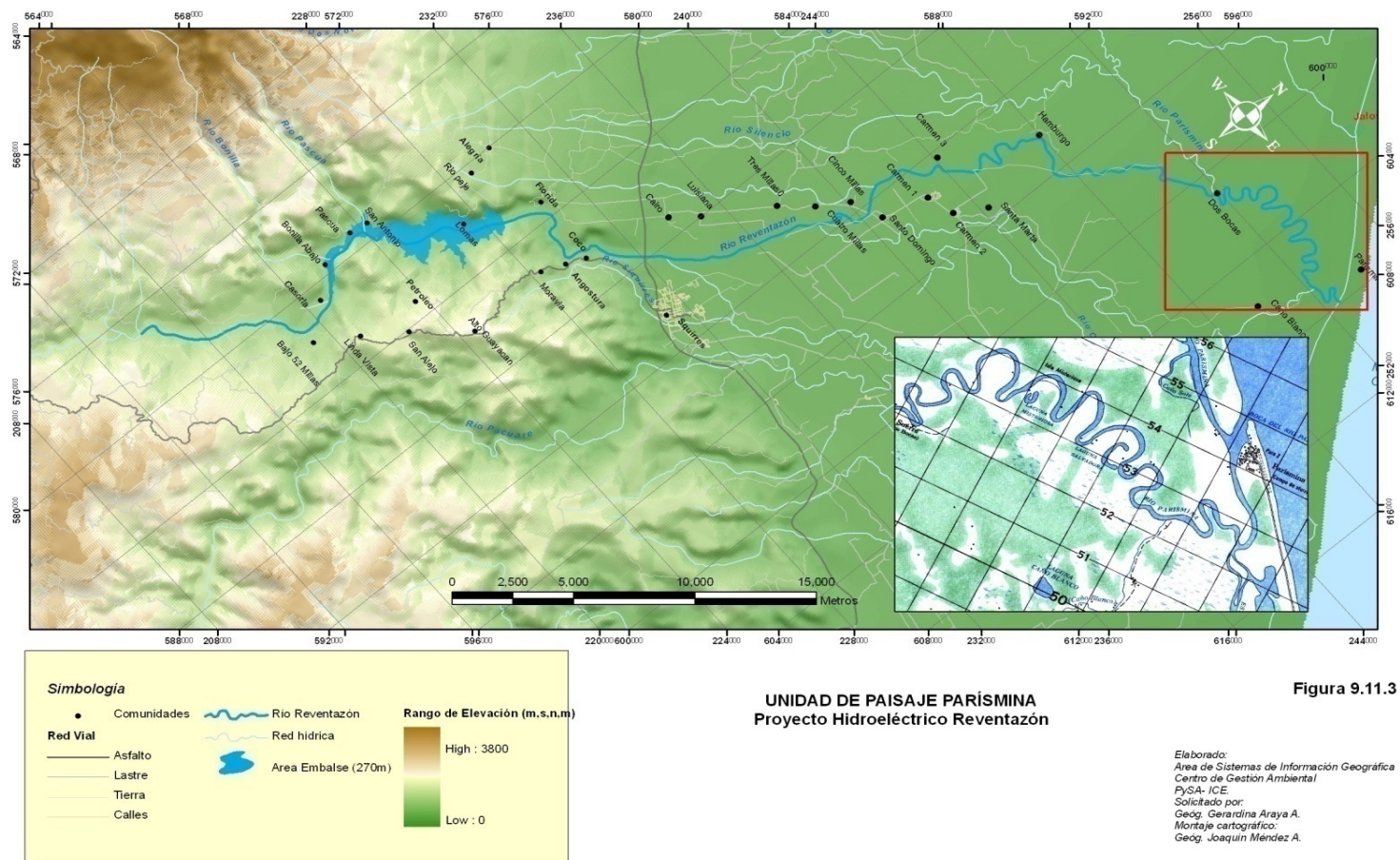
La Barra o Boca del Parismina se encuentra en el Caribe Norte de Costa Rica, en el Cantón de Siquirres, al sur de la Barra se ubica el pueblo de Parismina, a unos cinco kilómetros al sur del Parque Nacional. El pueblo debe su existencia a las tortugas, al Parque Nacional y a las plantaciones de banano y coco que se encuentran a lo largo de la costa. (figura 9.11.3).

Esta zona se caracteriza por ser plana y baja, está a nivel del mar, se localiza desde el puente sobre el río Reventazón en Siquirres hasta la barra o boca del río Parismina, en la desembocadura del río del mismo nombre, son tierras inundables, muy cercanas a la franja costera asociadas a humedales, canales naturales y artificiales, lagunas, grandes extensiones de bananales, algunos cultivos alimenticios de subsistencia como maíz, plátano y otros y manchas de bosques. (Municipalidad de Siquirres, 2008). La comunicación es terrestre hasta Caño Blanco desde aquí por los canales de Tortuguero y también por vía aérea.

En la comunidad se encuentran varios servicios tanto públicos como privados: la iglesia, comercios, hoteles, cementerio, EBAIS, Aeropuerto, CEN-CINAI, Kinder, escuela, colegio, centros de información, la Asociación de Turismo Voluntariado, Asociación de Desarrollo cuyo Presidente en Febrero del 2008 es el señor Mauricio González González, también botero de la zona, la Asociación Salvemos la Tortuga de Barra del Parismina-ASTOP, quienes entre otras funciones se dedican a la cría de cuatro especies de tortugas en los viveros, la especie son la Baula (*Dermochelis coriacea*), la Verde (*Chelonia Mydas*), la Carey (*Eretmochelys imbricata*) y la Cabezona (*Caretta caretta*); otros fines que cumplen los viveros son para conservación, educación y fines turísticos. El litoral es importante para el desove de las cuatro especies de tortugas.

Esta unidad litoral de origen marino la constituyen cordones litorales y lagunas del Caribe Norte; que se sitúan entre la comunidad de Parismina y el sector sureste de la laguna Caldera así también cerca de la desembocadura del río Pacuare. Su superficie es muy plana y horizontal, con una altitud promedio de cinco metros. La playa se encuentra en su forma natural, como parte del relleno litoral de tierra adentro, está seccionado y limitado por un canal o laguna litoral. Esta unidad se compone de relleno de playa, y por consiguiente las fracciones líticas más abundantes son las arenas, con lentes y laminillas delgadas de limos y arcillas que se intercalan sobre todo en las áreas cercanas a la desembocadura de los ríos. Su origen se debe a la interrelación de las corrientes marinas litorales y los fragmentos líticos que son arrastrados por ellas. Estas partículas se mueven paralelas a la costa y son depositadas. Con el tiempo el relleno crece tanto que emerge. A partir de este momento gana altura por el acarreo de partículas por el viento, y a consecuencia de lo anterior, queda separado un brazo de mar que se transforma en el canal o laguna litoral. (Información del sitio: <http://www.japdeva.go.cr/>)

Figura 9.11.3.
Mapa Parismina



9.11.5. Singularidades Naturales

Las singularidades naturales se caracterizan por la presencia de un componente único: catarata, forma prominente del terreno, laminas de agua, afloramientos rocosos. En el área de influencia directa se identificaron 19 singularidades naturales, y en el área de influencia indirecta 7 de las cuales solo 3 se encontraron, las otras 4 fueron reportadas por los pobladores todas se encuentran en los valles fluviales. (cuadro 9.11.5.1 y figura 9.11.4).

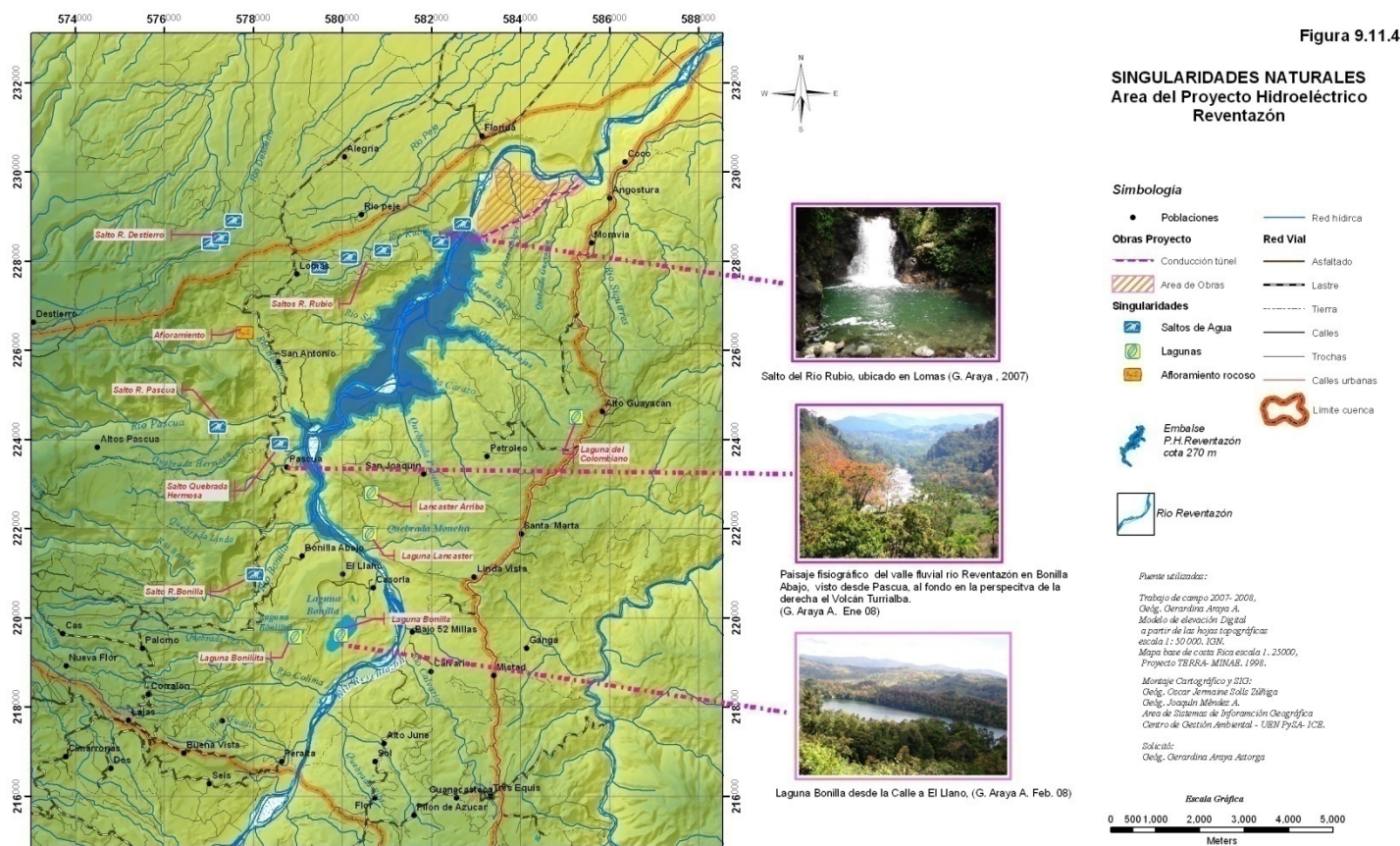
Cuadro 9.11.5.1
Singularidades naturales identificadas en el
Área de Influencia del P.H. Reventazón, 2007-2008

Singularidades naturales y su localización geográfica		
Láminas de agua	N	Localización O
1. Laguna Bonilla	579 986	219 653
2. Laguna Bonillita	578 933	219 591
3. Laguna Lankaster	580 602	221 890
4. Laguna Lankaster Arriba	580 663	222 809
5. Laguna del Colombiano	585 749	224 249
Salto de agua (MI)		
Salto del río Rubio (sin nombre)		
6. Salto innominado uno	579 502	227 730
7. Salto innominado dos	580 164	228 067
8. Salto innominado tres	580 921	228 231
9. Salto innominado cuatro	582 220	228 418
10. Salto quebrada Hermosa	578 615	223 887
11. Salto río Pascua (Roca)	577 223	224 270
Salto de la quebrada Destierro (sin nombre)*		
12.. Salto innominado uno*	577 065	228 377
13 Salto innominado dos*	577 285	228 510
14 Salto innominado tres*	577 572	228 902
15. Salto intermitente (Margen izquierda presa)	579 165	227 738
16 Salto innominado (Pascua)	578 059	220 964
Bivalvos fósiles (MI)		
17. Bivalvos fósiles río Bonilla	578 113	220 630
18. Bivalvos fósiles Queb. El Tajo	578 014	226 843
19. Caverna innominada (Pascua)	578 059	220 964

Fuente: Trabajo de campo 2007, SIG, Hojas topográficas IGN 1:50.000 Bonilla y Tucurrique

* Area de influencia Indirecta

Figura 9.11.4.
Singularidades Naturales



9.11.5.1. Láminas de agua: Lagunas

En Costa Rica, los cuerpos de agua continentales-CAC se denominan lagunas, así hay lagos y pantanos que se llaman lagunas según la cartografía básica e Inventario sobre Humedales (<http://www.infoagro.go.cr/>)

El total de CAC en nuestro país, es incierto en la medida que hay diferentes cifras documentadas, en 1985 reportaron (no se publicó) la existencia de 652, en 1998 se publicó un documento con un total de 360 humedades y en el 2005 la cifra alcanzó 499, de ellos solo visitaron 191 según datos en <http://www.infoagro.go.cr/>. De ese total visitados se encontró que 13 ya no existían, 76 han disminuido su profundidad y su espejo de agua principalmente por procesos naturales o antropogénicos como son la colmatación y drenajes y la colonización por parte de especies acuáticas, algunas de ellas en forma muy agresiva; y como resultado del trabajo de campo se encontraron y reportado 27 nuevos sitios. Hasta ese momento y con la información disponible se contabilizaron 678.33 km² de superficie ocupadas por los CAC, cifra estimada porque aún faltan más sitios que visitar, inventariar, estudiar e incluir en informes posteriores.

Es importante indicar que la Ley no. 449 del 08/04/1949, Ley de Creación del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), forma parte de la legislación nacional aplicable a la protección de los humedades y a otros recursos naturales en el Capítulo 1, artículo 2, incisos d y e de dicha ley.

Para nuestra área de estudio se hallaron cinco lagunas, de ellas la Laguna del Colombiano está incluida dentro de los 27 nuevos sitios reportados en el Inventario sobre Humedales.

Lagunas Bonilla y Bonillita: Características físicas y visuales

El complejo fluvio-lacustre de las lagunas Bonilla y Bonillita se les encuentra en la margen izquierda del río Reventazón, separadas por tan solo 739 m lineales una de la otra, localizadas en el poblado de El Llano, según la Hoja cartográfica Bonilla, en el Distrito Florida, Cantón Siquirres, Provincia Limón. (Instituto Geográfico Nacional, 2001).

Las lagunas se encuentran en una finca privada ganadera cuyo acceso es totalmente restringido, su propietario es el señor José Rossi y el Administrador el señor Roberto Vega, 2008. Para llegar a las lagunas se va por la ruta 415, de Santa Teresita de Turrialba hacia Pascua, esta ruta llega hasta el cruce de entrada a la comunidad Cairo de Siquirres, 7 km antes de la ciudad de Siquirres, es decir en la intersección de la ruta 32 que comunica con Limón-San José, hay que desviarse a la derecha (coordenadas 577 923 y 219 814).inmediatamente después de pasar por Oriente y continuar por un camino de lastre que conduce al poblado de El Llano. Las lagunas se pueden observar desde la carretera a El Llano donde hay puntos de observación directos y a corta distancia, su visibilidad es excelente cuando el día está claro, pues la zona se caracteriza por la presencia de nubosidad frecuente. (fotografía 9.11.6)

El espejo de agua de la laguna Bonilla tiene una superficie de 308 000 m², con una oscilación de un metro en el nivel del agua, su profundidad máxima es de 27 metros, se halla a una altitud de 366 metros y a 1.500 metros de la cola del embalse.

Fotografía 9.11.6
Laguna Bonilla desde la Calle a El Llano



Fuente: Archivo fotográfico CGA; fotógrafa Gerardina Araya Astorga febrero 2008

La laguna Bonillita tiene un espejo de agua cuya superficie es de 60 000 m², su profundidad máxima es de 20 metros, a una altitud de 440 m, se encuentra a 2.258 metros de la cola del embalse.

Los dos CAC se declararon como humedad lacustrino según Acuerdo 23004 MIRENEM, 1994. Este CAC forma parte de un sistema lagunar ubicado entre los ríos Bonilla y Reventazón, sobreyacen en formaciones superficiales de deslizamientos semi activos que se les encuentra en las terrazas del curso medio del río Reventazón.

*La laguna Bonilla dispone solo de un muelle de madera y dos casas una para recreación y otra para cuido; se utiliza como abrevadero para el ganado y sitio de conservación. En las lagunas hay presencia de guapote (*Parachromis* sp.) y tilapia (*Oreochromis* sp.).*

Esta unidad de las dos lagunas es de un alto valor paisajístico por las características físicas, visuales y por la ubicación.

Se caracterizan por diferentes contrastes cromáticos que están determinados por el uso del suelo, por un lado pastizales para ganadería de leche y por un remanente de bosque, y el color mismo de la laguna que está en función del clima imperante en la zona, como la cantidad de luz irradiada, la hora del día, la época del año, la nubosidad entre otros elementos naturales; de manera que puede verse de colores desde azules hasta verdes turquesa.

En cuanto a textura es muy llamativa por la combinación de la cobertura de pastos con bosques y el color de la lámina de agua. Alrededor de la laguna la escena muestra una textura de grano grueso y color verde oscuro, dado por el bosque de galería que rodea la laguna; en el resto del área cubierta por pastizales sobresalen tonos verdes claros y textura fina.

Lagunas Lankaster y Lankaster Arriba: Características físicas y visuales

Ambas lagunas Lankaster y Lankaster Arriba se localizan en la Hoja cartográfica Bonilla, en el Distrito Siquirres, Cantón Siquirres, Provincia Limón, en la margen derecha del río Reventazón, separadas por 865 m una de la otra, la comunidad de influencia es San Joaquín, Morazán.

Según Acuerdo 23004-MIRENEM, 1994, se declararon humedad lacustrino, forma parte de un sistema lagunar ubicado entre las corrientes fluviales Moncha y Carazo, sobreyacen en formaciones superficiales de deslizamientos semi activos.

La superficie del espejo de agua de la Laguna Lankaster es de 50.000 m², y a una altitud de 330 metros, la distancia hacia la cola del embalse es de 191 metros.

El espejo de agua de la Laguna Lankaster Arriba es de 13.000 m², con una profundidad máxima de 2 m y se encuentra a 429 m.s.n.m. y a 1 105 metros de la cola del embalse.

*Los CAC están ubicados en la Finca Las Lagunas, propiedad privada de los señores: Carlos Montero Fuentes y Gruninger Harald (alemán), por lo que su ingreso es restringido. Para llegar a las lagunas se hace por la carretera no. 10 Turrialba- Siquirres, se desvía a mano izquierda en San Joaquín y continúa hasta la Laguna. El Administrador de la Finca es el señor Ovidio Ureña Ortega. Los usos son abrevadero para ganado y sitio de conservación. Las especies presentes en el CAC son tilapia (*Oreochromis sp.*) y guapote (*Parachromis sp.*). Algunos de los problemas que presenta el CAC son porque gran parte del espejo de agua está cubierto con plantas acuáticas flotantes pequeñas.*

Laguna del Colombiano

Este CAC obedece su nombre a la nacionalidad del propietario de la finca, el señor Juan Marín Ramos, el Administrador es el señor David Cordero Sánchez. Geográficamente se localiza en la finca Guayas, hoja cartográfica Bonilla, Distrito de Siquirres, Cantón Siquirres, Provincia de Limón, forma parte del Área de Conservación Amistad-Caribe. Se le encuentra a 590 m.s.n.m, con una superficie de 5 000 m², se ubica en la comunidad de Guayacán, la entrada se localiza bajo las coordenadas 585 749 N y 224 249 O. Por ser una propiedad privada no se permite el acceso libre a la laguna a los pobladores de la comunidad, en la laguna es muy común la tilapia (*Oreochromis sp.*). Los usos identificados son abrevadero para ganado y conservación. (fotografía 9.11.7)

Fotografía 9.11.7.
Laguna El Colombiano, en Guayacán de Siquirres.



Fuente: Archivo fotográfico CGA; fotografía Gerardina Araya Astorga enero 2008

9.11.5.2. Saltos de agua

En algunas corrientes fluviales sobresalen saltos de agua o pequeñas caídas, propios de ríos torrenciales, no solo se ven en el curso alto o medio del río a consecuencia de accidentes tectónicos o hundimientos locales de los estratos o de las rocas, también en las cercanías de la confluencia con el Reventazón, el caso del río Rubio. Al pie de los saltos de agua, se forman pozas, algunas las usan para recreación los pobladores de las comunidades.

Los saltos más vistosos por su ubicación son los cuatro del río Rubio. El resto que son de difícil acceso y poco visibles se les encuentra en los ríos Pascua, Blanco Destierro y en la Quebrada Hermosa, otros pequeños e intermitentes aparecen principalmente en la época de mayor precipitación (figura 9.11.4).

El acceso a estas singularidades es difícil por la localización, la distancia, por estar en propiedades privadas, además el clima que predomina durante la época lluviosa causa que estas singularidades naturales se vean opacadas por la presencia continua de nubosidad o precipitación lluviosa lo que opaca de parcial a total la visibilidad.

Saltos del río Rubio: El río Rubio está compuesto por 6 saltos de una sola caída cada uno que se sumergen en una pileta de unos pocos metros de profundidad, formando pozas. De los 6 reportados por los pobladores solo cuatro se encontraron, son los más conocidos y se localizan en la comunidad de Lomas en un tramo que inicia aguas abajo de la Escuela hasta la confluencia del Rubio con el Reventazón. Los saltos uno, dos y cuatro reposan sobre lavas masivas y columnares, de origen volcánico, los tonos oscuros son el color natural de la roca expuesta, los más claros han cambiado por el crecimiento de hongos, así también son las características cromáticas de los cantos que sobreyacen en el cauce del río, todos los saltos tienen características de un velo de novia que el viento tiene la capacidad de mover

El salto innominado uno es el más espectacular, está en una propiedad privada y no hay acceso público (fotografía 9.11.8). El entorno es un poco más abierto que el de los otros saltos y por ende es más luminoso y amplio.

Fotografía 9.11.8.
Salto y poza innominado en el río Rubio, ubicado en Lomas



Fuente: Archivo fotográfico CGA; fotografía Gerardina Araya Astorga enero 2008

El único salto visible y con acceso fácil desde la margen izquierda del camino que va de Lomas hacia el río Reventazón, pasando por el “filler”, es el salto innominado dos, es poco luminoso por la vegetación que lo cubre, de poca altura pero muy ancho, se encuentra sobre lavas masivas y es visitado por pobladores con permiso de los propietarios de la finca.

El más alto de los cuatro y más angosto, es el salto innominado tres, el entorno es poco luminoso debido a la exuberante vegetación que lo cubre y a los árboles de tamaño considerable y a un denso sotobosque que conforman el paisaje, el acceso es difícil se ubica en un cañón profundo y angosto (fotografía 9.11.9).

Fotografía 9.11.9.
Salto en el río Rubio, Lomas



Fuente: Archivo fotográfico CGA; fotografía Gerardina Araya Astorga agosto 2007

El único que tiene acceso libre para la población, es el salto innominado cuatro, al caer forma una amplia poza que sirvió de recreación a los pobladores cuando estuvo el ferrocarril activo, está a 140 m de la confluencia del río Rubio con el Reventazón en Florida y es similar a los dos primeros saltos, este quedará cubierto por el embalse del Proyecto.

Los otros saltos de los ríos Pascua, Blanco, Destierro y en la Quebrada Hermosa así como otros saltos pequeños e intermitentes son más visibles principalmente en la época de mayor precipitación, son de difícil acceso por su ubicación, están en diferentes partes de los tramos de los curso fluviales.

9.12 Áreas socialmente sensibles

Para efectos de desarrollar el apartado 9.12, referente a las áreas socialmente sensibles, se elaboró un mapa en cual se incorporaron 3 tipos de sensibilidades a partir de las investigaciones realizadas, así como 3 grados distintos de percibir impactos en relación con el P.H. Reventazón.

En cuanto a los 3 tipos de sensibilidades, se hace referencia a:

1. Proximidad a obras del proyecto o actividades relacionadas. Se refiere a la “exposición” de las comunidades por su cercanía a las obras del proyecto en su etapa de construcción, principalmente.

2. Inmigración de población. No todas las comunidades que se ubican en el AID percibirán el arribo de personas que llegarán a laborar en la construcción del PH Reventazón. En este sentido, se plantea que algunas comunidades sí serán más sensibles a este tema, razón por la cual se incorporó esta variable en el mapa 9.12.1, elaborado para estos efectos.

3. Cambio en los patrones de tenencia de la tierra. Este es otro de los elementos principales considerado entre los tópicos en las áreas socialmente sensibles. De igual manera al caso anterior, no necesariamente todas las comunidades del AID percibirán este tema, y entre las que lo perciban, hay distintos grados de sensibilidad. Se refiere primordialmente a la compra de tierras que tendrá que hacer el ICE para efectos de la construcción del proyecto, lo cual, en algunos casos, generará cierta vulnerabilidad en el “tejido social” de algunas comunidades que ya de antemano, son débiles por baja densidad de población y por su historia misma, a raíz del cierre del ferrocarril en el año de 1995.

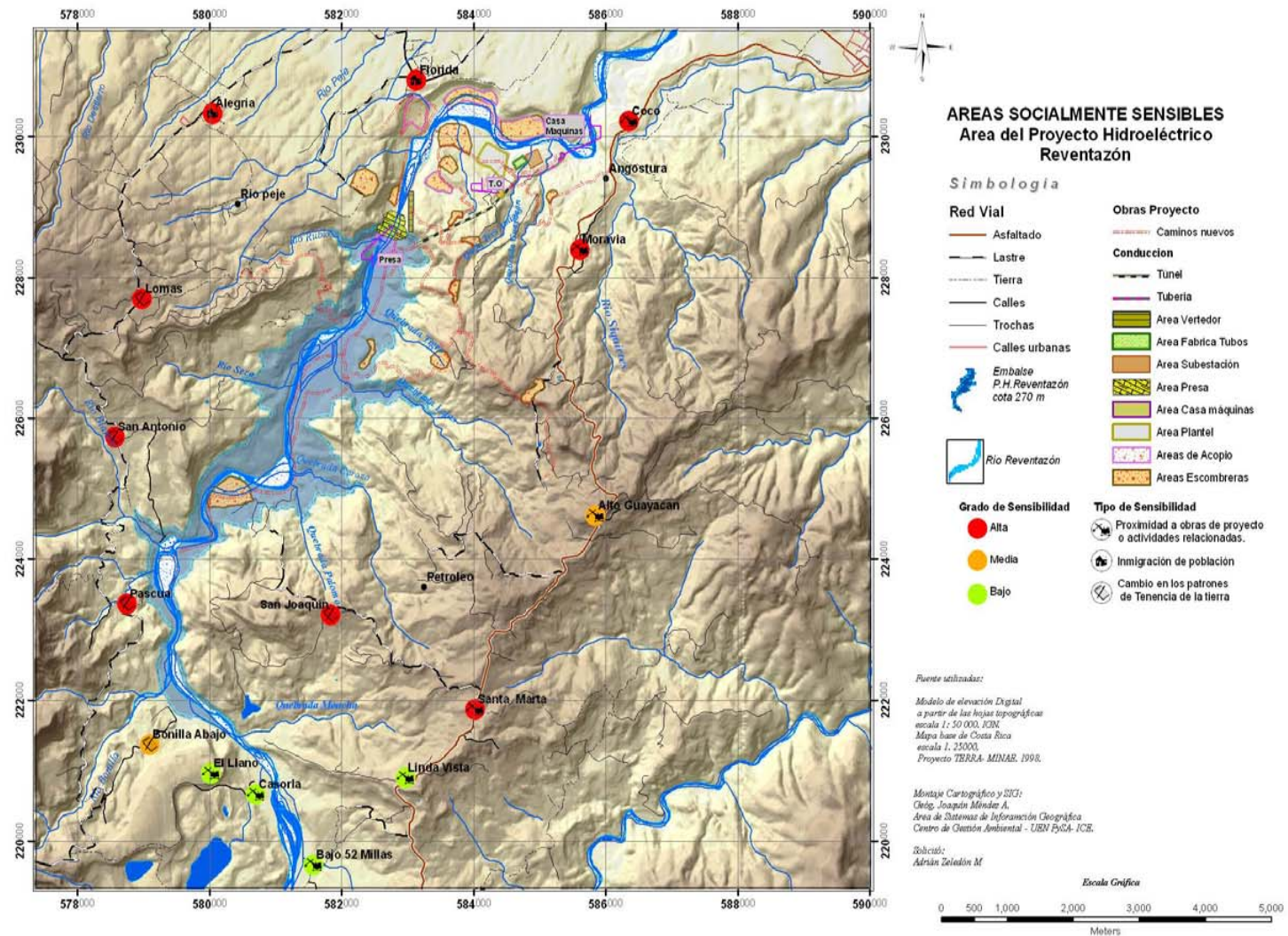
En cuanto a los distintos grados de sensibilidad, se ubican: alto, medio ó bajo. Lo anterior se definió en función de que se dan casos donde varias comunidades serán sensibles a un mismo elemento, no obstante, en distintos grados de intensidad, razón por la cual se consideró pertinente, dada la magnitud del proyecto, hacer la diferenciación del caso. (ver figura 9.12.1)

Con base a lo anterior, se elaboró el siguiente cuadro con el fin de ubicar las distintas comunidades en relación con el tipo e intensidad de su sensibilidad a los impactos que en el futuro ocasionará el PH Reventazón, para cada comunidad del AID. Es importante aclarar, que para cada comunidad se ubica el tipo de afectación como la intensidad más relevante, no obstante, eso no significa que éstas se excluyan de otros tipos de afectación, es decir, una comunidad puede ser sensible en diferentes grados, a distintos tipos de elementos que producirán impactos en su espacio.

Cuadro 9.12.1
Áreas socialmente sensibles por tipo de afectación según intensidad.
Junio del 2008

Tipo de afectación por intensidad	Comunidades ubicadas para el tipo de afectación
Proximidad a obras del proyecto o actividades relacionadas en alta intensidad	El Coco, Moravia y Santa Marta
Inmigración de población en alta intensidad	La Alegría y La Florida
Cambio en los patrones de tenencia de la tierra en alta intensidad	Lomas, San Antonio, Pascua y San Joaquín
Proximidad a obras del proyecto o actividades relacionadas en media intensidad	Guayacán
Inmigración de población en media intensidad	Con posibilidades en El Coco y Moravia
Cambio en los patrones de tenencia de la tierra en media intensidad	Bonilla
Proximidad a obras del proyecto o actividades relacionadas en baja intensidad	Linda Vista, Bajo 52, El Llano y Casorla.
Inmigración de población en baja intensidad	Con posibilidades en Santa Marta
Cambio en los patrones de tenencia de la tierra en baja intensidad	La Florida, El Coco y Moravia

Figura 9.12.1
Mapa de áreas socialmente sensibles



CAPÍTULO 10

10. Diagnóstico Ambiental

10.1 Resumen del proyecto y de las obras contempladas

10.1.1 Etapa de identificación

El primer informe técnico del proyecto corresponde a la etapa de identificación presentado por el Centro Nacional de Planificación Eléctrica (CENPE) en el año 1998. En este informe se desarrolló el esquema del P.H. Reventazón con el embalse a la elevación 380 m.s.n.m.

10.1.2 Etapa de prefactibilidad

La etapa de prefactibilidad, que culminó en el año 2003, fue desarrollada por CENPE basada en la campaña de investigación realizada por Proyectos y Servicios Asociados (PySA). En esta etapa se definió un esquema general del P.H. Reventazón, según un análisis de cadenas de proyectos que incluyó los proyectos Guayabo (proyecto de trasvase de aguas del río Reventazón al río Pacuare) y Siquirres (en el río Pacuare). De los tres proyectos se consideraron distintas combinaciones en función de los niveles máximos de los embalses y las restituciones de ellos. Las combinaciones consideraron aprovechar al máximo la caída disponible en el tramo energético de las subcuencas. En total se analizaron ocho cadenas de desarrollo por medio de una metodología de análisis multicriterio que considera aspectos técnicos, económicos y ambientales.

En esta etapa se consideraron presas de tres tipos para el P.H. Reventazón: enrocamiento con núcleo de arcilla (ECD – earth core rockfill dam), enrocamiento con cara de concreto (CFRD – concrete face rockfill dam) y concreto compactado con rodillo (RCC – roller compacted concrete). La recomendación de la etapa de prefactibilidad fue establecer el nivel máximo de operación del embalse a la cota 275 m.s.n.m., con una presa tipo RCC.

10.1.3 Etapa de factibilidad

La investigación geológico – geotécnica de la etapa de factibilidad mostró condiciones de fundación para la presa de menor calidad que las supuestas en la prefactibilidad, lo cual hizo necesaria una excavación mayor para la fundación de la presa RCC. Además, una actualización de los costos del RCC señaló valores sensiblemente más altos. Las circunstancias anteriores hicieron necesario revisar la definición del tipo y altura de la presa. Ligado a esto se hizo necesario revisar también el caudal de diseño de la central y la potencia instalada.

Inicialmente, se partió de la presa con cota de embalse a la 275 m.s.n.m., que había sido establecido en la etapa de prefactibilidad. Se definió el arreglo del sitio de presa para tres tipos de presa: concreto compactado con rodillo, enrocamiento con cara de concreto y enrocamiento con núcleo de arcilla. El esquema del sitio incluyó el vertedero y el sistema de desvío, pues estas obras dependen del tipo de presa.

Para el conjunto presa-vertedero-desvío, el arreglo con la presa CFRD resultó ser el de menor costo de los tres, como se muestra en el siguiente cuadro. El esquema con presa RCC fue un 24% más costoso, y el esquema con presa ECRD un 54% más costoso.

Cuadro 10.1.1
Costo del conjunto presa-vertedero-desvío
(cota máxima operación 275 m.s.n.m.)

TIPO DE PRESA	RCC	CFRD	ECRD
Costo total (millones de \$)	372,51	299,70	461,6
Costo relativo	1.1.1 1,24	1,00	1,54

Fuente: Informe de Avance a la Factibilidad del Proyecto Reventazón (2006)

Como el arreglo general de sitio de presa resultó más costoso que en la etapa de prefactibilidad, fue necesario revisar la altura óptima de la presa. El apartado 5.2.3 describe en detalle el análisis efectuado. La recomendación final, presentada en el Informe de Avance a la Factibilidad de agosto del 2006, es una presa de enrocamiento con cara de concreto, con el nivel máximo de operación del embalse en la cota 265 m.s.n.m. y la cresta en la elevación 270 m.s.n.m.

10.1.4 Descripción general del Proyecto

Esta descripción corresponde al proyecto tal como se presentó en el Informe de Avance a la Factibilidad de agosto del 2006. Investigación de campo posterior a esa publicación ha hecho necesario modificar algunos aspectos de la presa, entre ellos el desplante. Para más detalle, ver el apartado 5.3.

La presa es de enrocado con cara de concreto. Tiene un volumen de 6,49 hm³, creando un embalse de regulación bimensual de 118,5 hm³ útiles; opera entre las cotas 245 y 265 m.s.n.m.

El caudal de diseño de la toma de aguas y estructuras de conducción es de 240 m³/s. La conducción consta de un túnel de 2343 m de longitud y 9,0 m de diámetro; un tanque de oscilación de orificio restringido de 61 m de altura y 26,0 m de diámetro; una tubería de presión de 548 m de longitud y diámetro variable (8,7 m a 8,0 m).

Finalmente, se tiene una casa de máquinas que alberga tres unidades turbogeneradoras tipo Francis, con una capacidad total de 284,5 MW. La caída neta disponible en la entrada de las turbinas es de 134,0 m para el caudal nominal. El agua es restituida al río Reventazón en la margen derecha en la cota 120 m.s.n.m.

El proyecto también considera una minicentral a pie de presa que aprovecha la descarga de los 14,9 m³/s correspondientes al caudal de compensación del río. La capacidad nominal de la minicentral es 13,3 MW. La caída neta es 101,1 m y las aguas se restituyen a la cota 156 m.s.n.m.

El Plan de Expansión de la Generación del Sistema Nacional Interconectado de Costa Rica contempla la entrada en operación del P.H. Reventazón en el año 2014.

10.2 Elementos del proyecto generadores de impactos (para una descripción más detallada de los siguientes elementos, referirse al apartado 3.3.4)

Embalse

Limpieza de sitios

Conformación de taludes

Llenado:

Mantenimiento:

Presencia:

Presa y Vertedero

Limpieza de sitio y excavación:

Enrocado

Obras civiles (Vertedero y cara de concreto)

Presencia

Mantenimiento

Obras de derivación

Ataguía y Contra-ataquía

Túnel de desvío

Operación como desvío

Túnel

Excavación del portal

Excavación sub-terránea

Revestimiento, blindaje e inyección

Presencia

Tanque de oscilación

Limpieza de sitio y excavación

Obra civil y metalmecánica

Presencia y mantenimiento

Tubería de presión

Limpieza de sitio y excavación

Obra civil y metalmecánica

Presencia y mantenimiento

Campamento y fábrica de tubos

Limpieza y movimiento de tierra

Construcción de la obra civil

Operación de campamento

Cierre técnico

Área vehicular

Preparación del sitio

Dispensador de combustible

Mantenimiento de vehículos

Cierre técnico

Sitio préstamo-aguas abajo

Limpieza del sitio

Extracción de materiales

Preselección y trituración

Acarreo

Cierre técnico

Casa de máquinas

Limpieza del sitio y excavación

Dique de protección

Obra Civil

Obras Electromecánicas

Generación de energía
Presencia

Mantenimiento

Subestación

Excavación

Obra Civil

Presencia

Mantenimiento

Línea de transmisión

Excavaciones y armado de bases

Izado de torres

Tendido de cables

Paso de corriente

Presencia

Mantenimiento

Accesos (12 grupos)

Conformación

Utilización

Escombreras (14)

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes

Acopio y manejo de escombros

Sitios de acopio (2)

Cierre técnico

10.3 Factores del medio ambiente susceptibles a ser impactados

10.3.1 Factores biofísicos

Los factores biofísico susceptibles a ser impactados fueron identificados utilizando los términos de referencia mencionados en el apartado 4.3. Debido a que el análisis del diagnóstico se realizó basándose en los elementos que los términos de referencia consideran más relevantes en la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental, se determinó que para ser consistentes estos mismos servirían de base para el análisis de impactos.

Los factores identificados y una breve explicación se dan a continuación:

Geomorfología: Geoformas de la corteza su dinámica con procesos como la erosión, sedimentación y cambios en el modelado por acciones del proyecto.

Rocas: Unidades de materiales geológicos superficiales y cómo el proyecto los alteraría

Tierras: Unidades cartográficas de tierras y su capacidad de uso y su eventual alteración con el proyecto.

Vulcanismo: Actividad volcánica y cómo el proyecto influiría sobre la misma; también se analiza cómo la actividad volcánica afectaría el proyecto.

Sismicidad: Actividad sísmica y cómo el proyecto influiría sobre la misma; también se analiza cómo la actividad sísmica afectaría el proyecto.

Aguas superficiales calidad: Calidad las aguas superficiales dentro del área de influencia del proyecto y efectos de las actividades del proyecto sobre la misma.

Aguas superficiales sistema fluvial: Sistema fluvial dentro del área de influencia del proyecto y los efectos de las actividades del proyecto sobre este sistema.

Aguas subterráneas recarga: Capacidad de recarga de las aguas subterráneas y los efectos de las actividades del proyecto sobre esta capacidad.

Aguas subterráneas calidad: Calidad de las aguas subterráneas y los efectos de las actividades del proyecto sobre la misma.

Aguas subterráneas estructura de acuíferos: Estructura de los acuíferos de las aguas subterráneas y los efectos de las actividades del proyecto sobre esta estructura.

Atmósfera calidad: Calidad de la atmósfera y los efectos de las actividades del proyecto sobre la misma.

Atmósfera micro y macro clima: Características climáticas y cómo el proyecto alteraría las condiciones actuales; también se analiza cómo el clima puede afectar el proyecto.

Descargas atmosféricas: Efectos de las descargas atmosféricas sobre el proyecto y sus actividades.

Ruido: Nivel de ruido y vibraciones en el área de estudio y los efectos del proyecto sobre estos niveles.

Ecosistemas frágiles: Presencia y fragilidad de los ecosistemas analizados y cómo los alteraría el proyecto.

Áreas protegidas: Presencia de áreas protegidas y cómo el proyecto las afectaría.

Flora: Características de la cobertura en las área de influencia del proyecto y posibles afectaciones de las actividades del proyecto sobre las mismas.

Especies de flora en peligro de extinción: Especies de flora en peligro de extinción y posibles afectaciones de las actividades del proyecto sobre las mismas.

Fauna acuática: Características de la fauna acuática en las área de influencia del proyecto y posibles afectaciones de las actividades del proyecto sobre las mismas.

Fauna terrestre: Características de la fauna terrestre en las área de influencia del proyecto y posibles afectaciones de las actividades del proyecto sobre las mismas.

Especies de fauna en peligro de extinción: Especies de fauna en peligro de extinción y posibles afectaciones de las actividades del proyecto sobre las mismas.

10.3.2 Factores socioeconómicos

Los factores socioeconómicos, históricos y culturales susceptibles a ser impactados fueron identificados utilizando los términos de referencia mencionados en el apartado 4.3. Debido a que el análisis del diagnóstico se realizó basándose en los elementos que los términos de referencia consideran más relevantes en la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental, se determinó que para ser consistentes estos mismos servirían de base para el análisis de impactos.

Los factores identificados y una breve explicación se dan a continuación:

Usos de la tierra: Qué usos se le dan actualmente a la tierra y cómo cambiarían los mismos con la ejecución del proyecto.

Tenencia de la tierra: Qué patrón de tenencia de la tierra predomina actualmente en al área de influencia directa del proyecto y cómo cambiaría el mismo con la ejecución del mismo.

Características de la población (demográficas, cotidianidad, económicas): Las características más relevantes y definitivas de una población (demográficas, económicas, sus actividades cotidianas) y cómo cambiarán las mismas con la ejecución del proyecto.

Seguridad vial: Qué conflictos/situaciones existen con el uso de las principales vías del proyecto y cómo se verían afectados con la ejecución del proyecto.

Infraestructura comunal: Línea base de la infraestructura comunal existente y su estado y los cambios que se podrían producir en ella con la ejecución del proyecto.

Sitios históricos: Línea base de los sitios con importancia histórica que se encuentran dentro del área de influencia directa del proyecto y los cambios que se producirían en ellos con la ejecución del proyecto.

Sitios arqueológicos: Línea base de los sitios arqueológicos en el área de influencia directa del proyecto y los cambios que se producirían en ellos con la ejecución del proyecto.

Paisaje: Áreas de valor paisajístico y su alteración por la construcción del proyecto

10.4 Identificación y pronóstico de impactos ambientales

Cada especialista determinó aquellos impactos que consideraba serían provocados hacia los elementos del medio que se encuentran dentro de su ámbito de especialidad. Posteriormente fueron analizados por el equipo en forma interdisciplinaria para determinar los impactos finales, su calificación así como los impactos acumulativos (más detalles acerca de este proceso se pueden ver en el apartado 3.3.2).

Luego, los impactos se fueron anotando en la matriz discutida en el apartado 3.3.2. La matriz arroja un coeficiente final por obra y por factor, así como un coeficiente general para todo el proyecto. Esto permite determinar el nivel de impacto del proyecto así como cada una de sus obras.

10.5 Impactos ambientales que producirá el proyecto

10.5.1 Impactos físicos

Geomorfología y Geología (rocas)

Se consideró un área de 174.39 km² que corresponde a un sector de la cuenca del río Reventazón en el sector del curso medio inferior, donde solo se tomaron en cuenta los principales afluentes y tributarios para la cuenca que abastece el Proyecto Reventazón.

Los impactos en la geomorfología asociados a la fase constructiva del proyecto es la modificación del relieve por efecto de la preparación de los sitios y excavación donde se ubicará la presa, el vertedor y la casa de máquinas (creación de nuevos taludes de erosión, cambios en el patrón de erosión natural de las laderas). Este impacto se valoró como severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente (**-4 PIPD**).

También, habrá una modificación del relieve de manera muy puntual y localizada por efecto de la preparación y uso de los sitios para escombreras. Se daría la creación de relieves artificiales con composición estructural diferente del contexto y que a su vez podría afectar el patrón de erosión natural del lugar. Este impacto se valoró como alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente (**-3 PIPD**).

Se dará la alteración del lecho fluvial del río Reventazón por efecto de la limpieza de las áreas y extracción de materiales utilizados como sitios de préstamo en el proyecto. Habrá una modificación de la morfología del río en estos sectores que eventualmente afectaría la morfodinámica general del lecho aguas abajo de estos sitios durante la construcción del proyecto. Este impacto se valoró como severo, permanente, irreversible, local y dependiente (**-4 PILD**).

Habrán cambios en la morfología del lecho del río Reventazón aguas abajo del embalse y presa así como en su morfodinámica, por efecto de la alteración del régimen de caudal del río. Durante las etapas de mantenimiento debido a las actividades de mantenimiento se podría afectar la morfología del lecho mayor del río, por efecto de que la descarga del embalse ocurre en un corto tiempo. Este impacto se consideró como alto, permanente, irreversible, regional y dependiente (**-3 PIRD**).

A continuación se da una descripción de impactos relevantes en rocas durante la fase constructiva de las siguientes obras:

Presa y el vertedor

Los impactos identificados y valorados en el proceso constructivo de estas obras, son principalmente cambios en la forma de la corteza terrestre, debido a la sustracción de un volumen de roca. Por ejemplo la elevación, pendiente y orientación de las laderas asociadas a las obras será sustancialmente modificada producto de la excavación y su valoración es carácter perjudicial o negativo, su intensidad es alta, permanente, irreversible, puntual e independiente de otros. (**-3 PIPI**)

Sitios de préstamo

Las necesidades de materiales para el enrocado de la presa y para la producción de agregados se suplirán con la extracción y acopio masivamente de rocas del lecho del río y las terrazas de inundación activas, la extracción de éste importante volumen de rocas provocará cambios en el nivel y condiciones asociadas al río.

La valoración de éste impacto es negativo, temporal, reversible, local y dependiente. (**-4TRLD**).

Para la construcción de las obras de desvío, el túnel de conducción, el tanque de oscilación, la casa de máquinas, la línea de transmisión, la subestación y el plantel permanente se requieren de la extracción de diferentes volúmenes de materiales rocosos durante la limpieza de sitios y excavaciones, lo que provocarán impactos negativos, altos y severos, permanentes, irreversible, puntual y dependientes (**-3 y -4PIPD**).

Para la fase operativa de la planta sobre el elemento ROCAS se identificó solo un impacto asociado al embalse. Durante la operación de la planta, la oscilación del nivel del agua de la cota 265 a 245 m.s.n.m., provocará cambios en el contenido de humedad presente en la porosidad primaria y secundaria de las rocas colindantes al embalse. Esta saturación y pérdida de agua serán condiciones que puedan promover la inestabilidad de las laderas perimetrales del embalse y por ende generar modificaciones importantes en la geomorfología y éste impacto será negativo, su intensidad alta, permanente, reversible, regional y dependiente (**- 3PRRD**).

Suelo

La siguiente es una descripción de los impactos negativos con las mayores probabilidades de ocurrencia en el elemento suelo y con carácter espacial nivel puntual y local son:

- Cambio en las características físicas, químicas y microbiológicas del perfil y/o polipedón debido a remoción, cobertura, lavado, inundación o pérdida de tierras por excavaciones, caminos y obras (embalse, escombreras, área vehicular y edificaciones temporales).
- Cambios en la tasa de erosión de tierras por remoción de la cobertura vegetal.
- Contaminación de las capas de tierra en obras y frentes de trabajo debido a derrames de sustancias peligrosas utilizadas en las obras.

Construcción

Durante las actividades tempranas de la etapa de construcción del proyecto, es posible afirmar que la limpieza de sitios, remoción y movimiento de tierra, provoca un efecto directo en uno o varios horizontes del perfil de la tierra los que finalmente modifican el polipedón¹

Así por ejemplo, el corte o relleno en los movimientos de tierra, el manejo de aguas (cunetas y alcantarillas) y el lastreado de vías provocan modificaciones en la orientación de la escorrentía superficial, ésta puede aumentar o reducir el espesor del horizonte superficial o su constitución química, también la identidad o disposición física del polipedón.

Las anteriores son actividades necesarias para la apertura y mejora de accesos. Estas labores eventualmente generarán cambios en alguna o todas las características, de las tierras presentes en el AID, las propiedades modificables son: física, química o microbiológica.

En términos generales, la totalidad de accesos a construir en el AID del proyecto, podrían presentar sobre el elemento TIERRA una categorización de impactos como la siguiente negativo, severo, permanente, irreversible, local y dependiente (**-4PILD**).

Adicionalmente se identificó un grupo de accesos que por su ubicación, longitud y dimensiones (5,7-11,14,16 y 17), la valoración del impacto fue menor. Como se describe; un impacto de **-3PILD** (negativo, alto, permanente, irreversible, local y dependiente).

Las labores para la limpieza de sitio y conformación de taludes alrededor del embalse, previo a su llenado, serán vinculantes a los cambios en la tasa de erosión, por efecto de la eliminación de la cobertura vegetal actual (predominan los pastos y/o parches boscosos) y las modificaciones en las características físicas de la tierra por la conformación y

¹ Unidad de tierras individualizada con características definidas en un rango muy estrecho, con comportamientos y aptitudes frente al uso que las diferencian de otros polipedones contiguos o adyacentes y cartografiables. Mata R. 2005 Principios generales sobre pedología y taxonomía de tierras.

estabilización de taludes o bermas. Este impacto puede alcanzar valores de **-3PILD** (negativo, alto, permanente, irreversible, local y dependiente).

La apertura de los frentes de trabajo, implica la construcción de edificaciones temporales, portales y patios de maniobras para el inicio de la construcción de los túneles, la excavación de la trinchera para la tubería forzada, la conformación de la terraza para el tanque de oscilación, excavación para la casa de máquinas, conformación del terreno para la subestación, sitios de las torres de la línea de transmisión, sitios para el acopios de materiales y el acondicionamiento de los sitios de préstamo.

Serán potencialmente impactantes con el elemento tierra, la impermeabilización por las losas de concreto de los pisos, la compactación del frente de trabajo o portal y finalmente la eliminación de la cobertura vegetal en el caso de escombreras.

Por lo anterior es necesario afirmar que la probabilidad de generar cambios en las propiedades físicas de la tierra, como elevación, aspecto, gradiente, complejidad y forma de la pendiente es muy alta y por consiguiente se originarán cambios o modificaciones en la identidad de los horizontes del perfil edáfico, así como cambios en la tasa de los procesos erosivos inducidos por las actividades antes mencionadas.

Es posible predecir que el valor de éste impacto sea negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente. (**-4PIPD** y **-4PILD** (casa de máquinas)).

El mantenimiento de vehículos y de maquinaria durante la construcción del proyecto será una actividad que eventualmente genere un impacto, en los sitios definidos para tal efecto, se puede presentar el riesgo por contaminación con sustancias peligrosas, específicamente derrame de combustibles o lubricantes o partes de los equipos contaminados con éstos.

La posibilidad de contaminación en algún grado por residuos o desechos sólidos contaminados (filtros, acoples, etc.) y/o hidrocarburos líquidos es alta, dado que el suministro de combustible y cambios de aceites y grasas lubricantes son necesarios para el adecuado funcionamiento de los vehículos, equipos y maquinaria que operarán en las obras o frentes de trabajo del proyecto,

El valor de los impactos posibles es de **-4PRPD**, negativo, severo, permanente, reversible, puntual y dependiente.

Operación

La inhabilitación permanente de algunos sectores con tierras con vocación agrícola, pecuaria o forestal, es un impacto negativo severo.

El cambio en el régimen de humedad, denominado péracuico, es por efecto de la inundación permanente de poco menos de 700 hectáreas, es el impacto de mayor intensidad identificado para la etapa operativa del proyecto y es de carácter regional. (**-4PIRD**)

A partir del llenado como en la operación del embalse, se provocarán cambios en el perfil de la tierra y el polipedón. Es probable que producto de la condición de humedad por la

saturación, el oleaje y oscilación de las aguas en contacto con las tierras perimetrales (borde del embalse) se empiecen a dar cambios en las características físicas, químicas o microbiológicas de éstas tierras.

Estos cambios se podrían generar por depositación (algunos sectores por decantación) de partículas finas, las fracciones más susceptibles pueden ser los limos o arcillas, ambas son abundantes en las unidades I39 (Río Reventazón), I125 (Bonilla) e I126 (Pacayitas) que de acuerdo con el MAG 1991 son inceptisoles de texturas franco-arcillosas a arcillosas y coloraciones que van de pardo rojizas a amarillentas presentes en ambas márgenes del AID.

También la erosión hídrica, es frecuente cuando la tierra se encuentra en una condición saturada y se comporta como un líquido, provocando microdeslizamientos, cárcavas o surcos en conjunto en proporción de la escorrentía o flujo superficial.

El descenso de la temperatura por el ingreso y colonización del agua del espacio poroso en la tierra, provoca una modificación en la ocurrencia y periodicidad de las reacciones químicas del polipédón. El desplazamiento de aire y la proporción de agua establecen un ambiente de condiciones anóxicas (sin oxígeno) que afecta directamente la biología presente en el perfil. Además propicia la disponibilidad de algunos elementos como hierro o manganeso, asociado a la formación de otros compuestos minerales (hidromorfismo), dando una variación sustancial en la fertilidad y propiedad físicas generales de éstas tierras.

La valoración de éste impacto es de **-4PILD** (negativo, severo, permanente, irreversible, local y dependiente).

Aguas superficiales y subterráneas

En este apartado se han identificado aquellos impactos sobre el recurso hídrico que se estima serán provocados por las actividades de construcción (que incluye preparación y construcción propiamente) así como por la presencia y operación de las obras del P.H. Reventazón.

Aguas superficiales

El P.H. Reventazón incluye un embalse de un volumen total de 298,5 Hm³ que implica un cambio en el régimen hidráulico tanto en el área de embalse como aguas abajo del proyecto. El embalse tiene un volumen útil de 180 Hm³ equivalente al 2% de la escorrentía media anual del río Reventazón. El impacto directo del proyecto se presenta en el área donde se localizan las obras pero los efectos indirectos se proyectan hasta la desembocadura del río.

Construcción

En la etapa de construcción, la apertura de caminos, áreas de acopio y campamentos producirán impactos locales en la escorrentía por la remoción de la cobertura de la tierra y variaciones en el patrón natural de drenaje. Estos impactos son localizados y se pueden considerar leves ya que no pueden generar cambios en las características actuales del río.

Durante la construcción las actividades de excavación en las obras superficiales, principalmente la presa, producirán turbiedad en el agua del río que será más apreciable durante el verano. Sin embargo, la concentración de sedimentos difícilmente alcance valores normales durante avenidas y su impacto sería básicamente visual y se puede considerar como leve. El desvío del río se hará a través de 2 túneles en la margen derecha y afectaría el escurrimiento del río en aproximadamente 1.5 km de longitud.

Operación

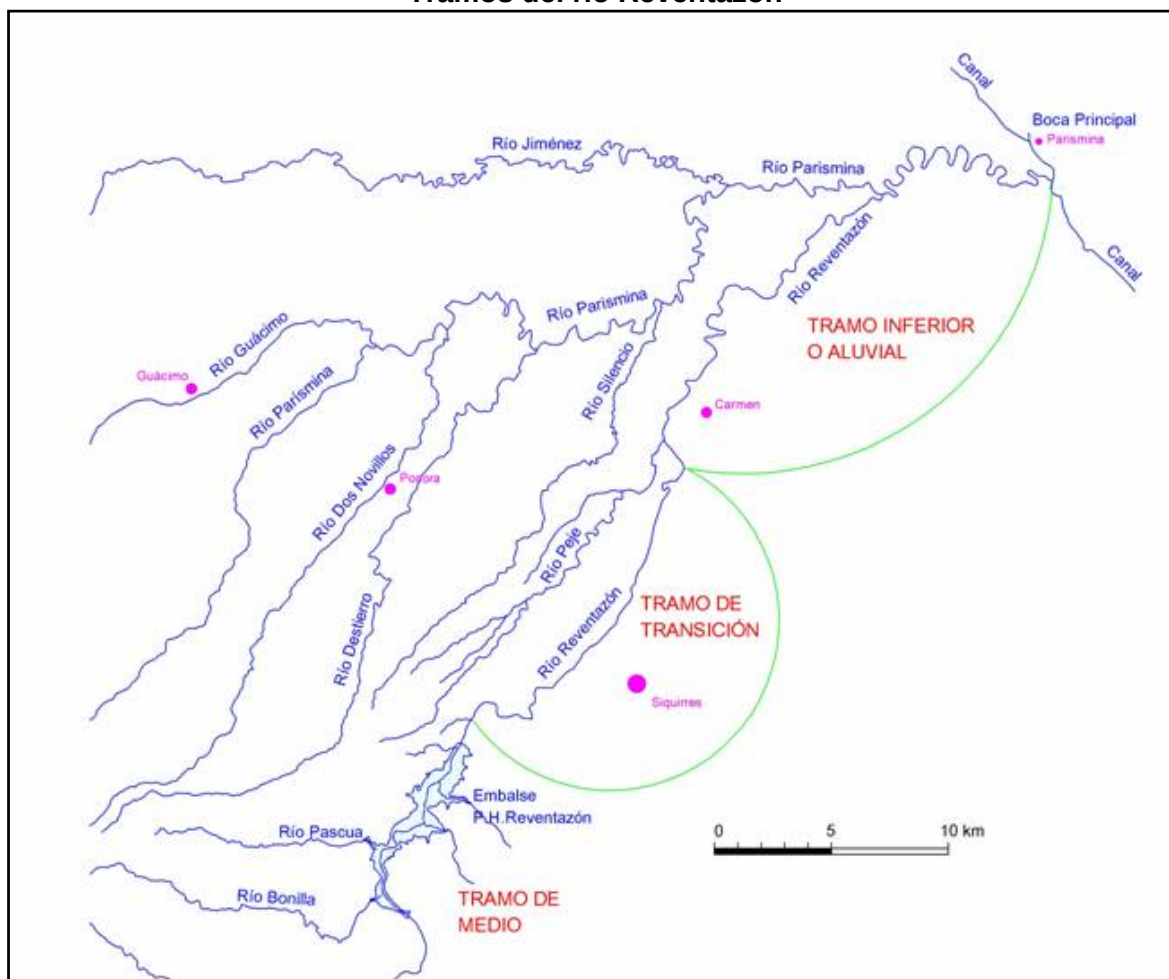
En forma general el embalse inunda 9 km del cañón del río y producirá un efecto de remanso hacia aguas arriba. El efecto de remanso producirá un aumento del nivel de inundación y la formación de un delta en la cola del embalse. Hacia aguas abajo, el efecto principal es la reducción del sedimento transportado por el río. Se ha estimado que la retención del sedimento en suspensión sería aproximadamente del 85% del total anual actual mientras que el sedimento de fondo quedaría almacenado en su totalidad en la cola del embalse.

Es importante indicar que el volumen del embalse del P.H. Reventazón hace que no sea factible la práctica de desembalses usada en Cachí y Angostura.

Impactos indirectos aguas abajo de la restitución

El efecto de reducción en las avenidas se presentaría únicamente entre los meses de agosto y setiembre que es cuando el embalse recupera su volumen útil. El amortiguamiento de avenidas en los demás meses del invierno es limitado. Normalmente el mayor amortiguamiento en el embalse se logra para la avenida de diseño cuando el vertedero funciona libremente. El objetivo del embalse es la generación de energía hidroeléctrica y por ello el amortiguamiento de avenidas no forma parte de las premisas de diseño. Para el estudio ambiental del proyecto se realizó un diagnóstico de la situación actual del río Reventazón donde se indican las características morfológicas actuales del tramo que sería afectado y sus problemas principales. La longitud del río, afectada por el proyecto, se ha dividido en tres tramos: tramo medio, tramo de transición y tramo inferior o aluvial. Aguas abajo del proyecto se identificaron dos tramos de río con características morfológicas diferentes. El análisis individual de los tramos es necesario porque los efectos del proyecto son diferentes en cada uno.

Figura 10.5.1
Tramos del río Reventazón



Fuente: Centro de servicio Estudios Básicos, UEN PySA, ICE.

Tramo de Transición

El denominado tramo crítico está dentro del tramo de transición y en el caudal de agua se verá disminuido. Este tramo tiene una longitud de aproximadamente 2 km y corresponde a la longitud de río que va desde el vertedero hasta la restitución de casa de máquinas, donde será vertida el agua utilizada para la generación de energía. El tramo de transición abarca desde el sitio de presa hasta unos 25 km aguas abajo y representa el paso de río de montaña a río de llanura. Este tramo corresponde a un canal trezado con limitada capacidad de transporte. El almacenamiento de sedimento grueso o el agrandamiento del cauce es el proceso dominante. La retención de sedimento grueso en embalse hará que el río cambie su forma en planta a un patrón de meandros. La degradación del cauce, normalmente esperada aguas abajo de una presa, estaría limitada por la presencia de material grueso y el posible acorazamiento del lecho. Por esta razón no se esperaría erosión general en el lecho del canal en este tramo.

El almacenamiento de sedimento en este tramo ha aumentado el ancho de la sección y los niveles de inundación. La tendencia actual es la formación de canales en la planicie

de inundación y el probable abandono del canal principal. Por lo tanto, el embalse tendría un efecto positivo ya que el proceso anterior se detendría. El puente de la ruta a Limón podría verse afectado solo si el cauce final incidiera en forma directa sobre alguno de los pilares.

Tramo Inferior o Aluvial

Este tramo consiste en un canal aproximadamente rectangular excavado en la llanura formada por sedimento fino transportado por el río en el pasado. El patrón en planta es de meandros y la pendiente promedio es 3.6×10^{-4} .

La operación de la planta producirá la variación horaria del caudal y con este el nivel y la velocidad del agua. Durante el verano y en algunas horas del día se tendrán caudales normales en los meses más húmedos y esto facilitaría la navegación o la actividad de balseo. La variación máxima de nivel durante un día del período seco es de alrededor de un 1 m y se daría entre la generación de las primeras horas de la mañana el primer pico de demanda del día.

No habrá efecto de inundación por la generación ya que la regulación del caudal es bastante menor al caudal que llena el cauce. El efecto más importante en este tramo es el causado por la retención en el embalse del sedimento en suspensión. Actualmente en el tramo aluvial hay una capacidad de transporte de arenas de aproximadamente 2 000 000 ton y la retención en el embalse producirá un desequilibrio en esta variable morfológica. El proceso natural será un aumento inicial en la erosión del canal para satisfacer el déficit de sedimento que terminaría cuando se alcance el nuevo equilibrio en el que se ha reducido la capacidad de transporte de sedimento.

Se ha estimado que la eficiencia de atrape media del embalse estaría alrededor del 85% del sedimento en suspensión. Esta disminución del suministro de sedimento desde aguas arriba producirá un proceso de adaptación donde las variables afectadas serán la pendiente y la forma en planta.

Usando el balance de Lane (modificado por Klassen) se estimó que la pendiente en el equilibrio final sería un tercio de la pendiente actual. Para alcanzar dicha pendiente de equilibrio el río debe aumentar tres veces su longitud actual. El índice de sinuosidad del tramo es actualmente de 2.1 que es un valor alto y no parece razonable que aumente a 6. Consideramos más probable que el aumento en la longitud del canal se combine con un aumento en el ancho de la sección.

Se ha propuesto la inclusión de una descarga de fondo aprovechando uno de los túneles de desvío. Esta descarga de fondo tendría 2 funciones básicas que son el desalojo parcial de sedimentos del embalse y la reducción del proceso erosivo en el tramo inferior del río. El uso de la descarga de fondo se daría durante avenidas con períodos de retorno menores a 1 año en una maniobra conocida como ruteo de sedimentos. La concentración del sedimento desalojado sería menor a la concentración entrando al embalse ya que la eficiencia de la maniobra es de 10 a 30%. Por lo tanto, la concentración de sedimentos estaría dentro de los rangos normales en el río y muy por debajo de los obtenidos en un desembalse.

Con la maniobra del ruteo de sedimentos se estima que un 30% del sedimento podría continuar hacia aguas abajo. Utilizando de nuevo el balance de Lane, se obtiene que en el equilibrio final, el río tendría que aumentar su longitud al doble de su longitud actual. De nuevo este valor nos parece muy alto y es posible que la erosión lateral se combine con una variación en el perfil vertical y en el ancho de la sección. Por otra parte, el aporte del río Parisimina podría disminuir los efectos erosivos hacia aguas abajo de la unión.

El proceso de adaptación se evidenciará en la erosión de márgenes y en el movimiento lateral en las curvas. Dado que el río tiene poca capacidad de transporte el proceso de adaptación puede tardar décadas.

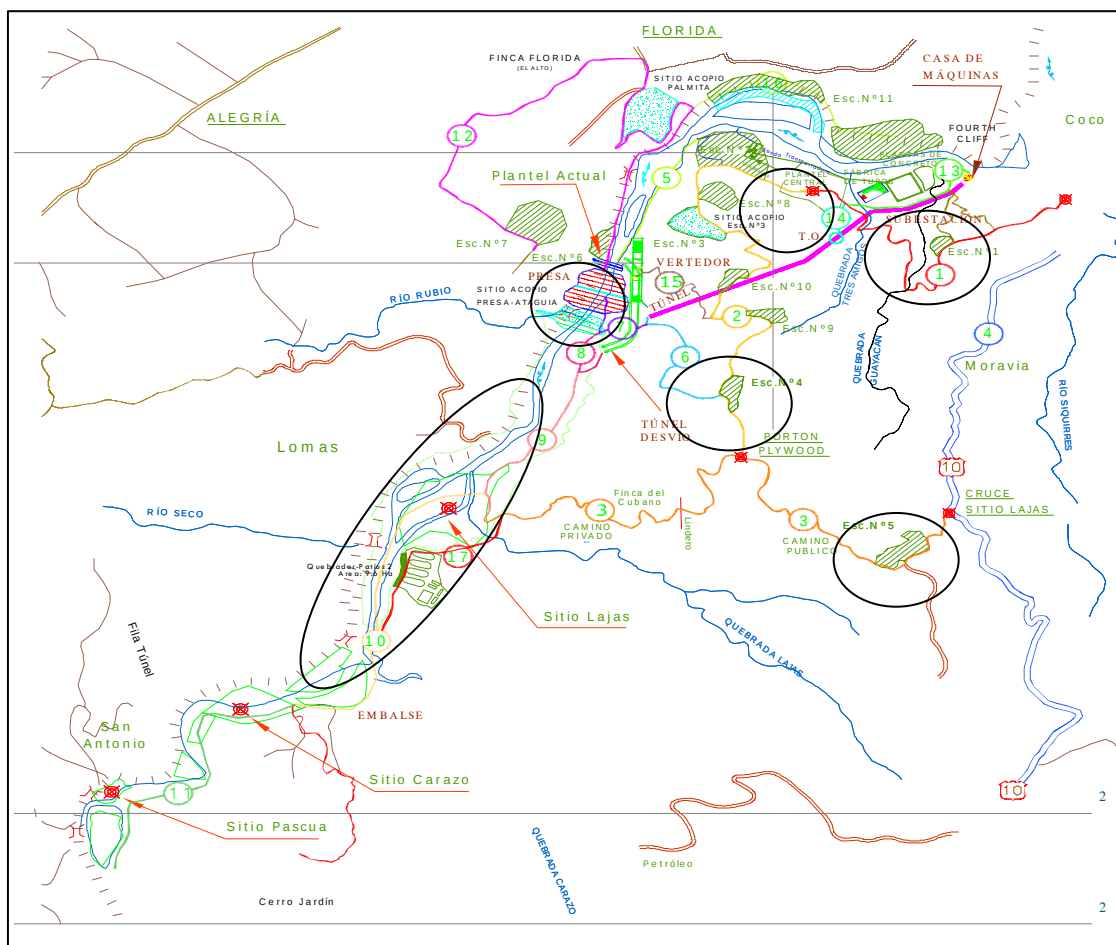
El sedimento en suspensión tiene un efecto negativo en la navegación del río y los canales costeros y desde este punto de vista el embalse es positivo. Sin embargo, dicho sedimento es vital en la morfología actual del río.

Aguas subterráneas

Para lograr la estabilidad de la presa se requiere el abatimiento de los niveles de agua confinada que está contenida en los acuíferos de la formación geológica denominada Guayacán. Esto significa que se extraerá agua de los acuíferos y será vertida por medio de una galería al cauce del río Reventazón, la cual pasará a formar parte del caudal ambiental en el tramo crítico. Esta actividad de extracción será permanente durante la vida útil de la presa.

La preparación de los caminos para acarreo de materiales en la margen derecha podría provocar una contaminación de acuíferos constituidos por los materiales aluvionales en forma de terrazas recientes ubicados a orillas del río Reventazón que no están siendo captados ni utilizados por comunidades.

Figura 10.5.2
Ubicación de los probables impactos sobre el recurso hídrico subterráneo



Fuente: Elaborado por PhD. Asdrúbal Vargas Sanabria, Centro de Servicio Diseño, UEN PySA, ICE.

La colocación de materiales provenientes de las excavaciones en las obras podría afectar la calidad de una naciente ubicada en el sitio de la futura escombrera 1 (fotografía 10.5.1). El caudal de esta naciente en verano es de menos de 0,5 l/s. Además la escombrera 4 estaría ubicada en la parte alta de la Quebrada Tres Amigos, y podría afectar nacientes que alimentan dicha quebrada.

Fotografía 10.5.1
Vista hacia el Norte del sitio de la escombrera 1.



Fuente: Archivo fotográfico CGA, UEN PySA, ICE

Fotografía 10.5.2.
Vista hacia el Norte del sitio de la escombrera 5.



Fuente: Archivo fotográfico CGA, UEN PySA, ICE

Impactos por obra

Embalse

La limpieza y conformación de taludes afectará la calidad del agua superficial en mayor grado. Por su parte el llenado afectará la recarga de las aguas subterráneas de manera positiva, pero afectará la calidad del agua de manera negativa. Durante la operación del embalse la presencia impactará de manera negativa la calidad del agua de algunas quebradas aledañas al embalse. Además tendrá un impacto negativo sobre la estructura del acuífero, ya que el peso de la columna de agua y sedimentos disminuirá la porosidad de los aluviones y los materiales con estructura frágil.

Presa y vertedero

La limpieza y excavación del sitio afectará la calidad del agua superficial y subterránea y la estructura de los acuíferos. Se impactará el acuífero libre en la formación de conglomerados pues se eliminará un volumen de dicho material para la fundación de la presa, pero este acuífero no es utilizado como fuente de agua potable.

Durante la colocación del enrocado probablemente se impactará la calidad del agua superficial por efecto de caída de sedimentos durante el acarreo. Durante la fase constructiva se afectará la calidad del agua superficial y subterránea y la recarga por efecto de la impermeabilización.

Resumen

Embalse

Construcción

Calidad de agua afectada por conformación de taludes y limpieza de las laderas. El impacto será alto, temporal, reversible, regional y dependiente (**-3TRRD**).

Operación

Afectación de la calidad y cantidad del agua hacia aguas abajo del mismo por mantenimiento. Se alterará la calidad química durante el llenado y habrá una afectación de la estructura de los acuíferos bajo la línea de llenado. El impacto será severo, permanente, irreversible, regional y dependiente (**-4PIRRD**).

Presa y vertedor

El funcionamiento de ambas estructuras ocasionará una alteración al régimen hidrológico natural del sitio (alto, temporal, reversible, local y dependiente **-3TRLD**).

La calidad de agua será afectada por limpieza sitio y excavación, colocación del enrocado y por construcción de obras civiles (alto, temporal, reversible, local y dependiente **-3TRLD**).

Habrà extracción de agua de acuíferos confinados para disminuir subpresiones (severo, permanente, irreversible, puntual, dependiente **-4PIPD**).

Obras de desvío

La calidad de agua será afectada por la construcción de la ataguía (alto, temporal, reversible, regional y dependiente **-3TRRD**).

Se alterará la estructura del acuífero, la calidad y recarga de agua subterránea por la construcción túnel de desvío (alto, temporal, irreversible, puntual, dependiente **-3TIPD**).

Túnel

La estructura del acuífero, calidad y recarga de agua subterránea serán afectadas por construcción del túnel, razón por la cual se considera como impacto una posible afectación del nivel freático en la línea de túnel. (severo, permanente, irreversible, local, dependiente **-4PILD**).

Tanque de oscilación

La estructura del acuífero y calidad de agua subterránea serán afectadas por la construcción del pozo (moderado, permanente, irreversible, puntual, dependiente **-2PIPD**).

Tubería a presión

La calidad del agua será afectada por la construcción de obras de fundación al paso por la quebrada Tres Amigos (alto, temporal, reversible, local y dependiente **-3TRL D**).

Casa de Máquinas

La calidad del agua será afectada por la construcción de obras de fundación y protección (severo, permanente, reversible, local y dependiente **-4PRLD**).

Habrà una afectación sobre la recarga y estructura de los acuíferos (alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente **-3PIPD**).

Campamento y fábrica de tubos

Habrà impactos sobre la calidad del agua superficial y sobre la recarga del acuífero (severo, temporal, reversible, puntual y dependiente **-4TRPD**; leve, permanente, irreversible, puntual y dependiente **-1PIPD**).

Área vehicular y caminos

Se causará turbidez, también se alterará la calidad físico-química del agua y habrá un cambio estructura del acuífero para accesos grupos F, I (severo, temporal, reversible, local y dependiente **-4TRL D**).

Escombreras

En las escombreras de 1 a 8 se afectará la calidad de agua superficial. En la 1, 5 y Abarca se verán afectadas nacientes.

Amenaza sísmica y volcánica

El P.H. Reventazón se localiza dentro de una zona de tectónica compleja en donde se han identificado varios sistemas de fallamiento importantes a nivel regional. Entre ellos sobresalen los siguientes: Tucurrique-Turrialba-Atirro, Navarro Oriental-Reventazón, Kabébeta-Bajo Pacuare y Guápiles-Siquirres-Matina.

A nivel local del proyecto, se determinaron varios sistemas importantes como el NW-SE que incluye las fallas Río Blanco, Carazo, Guayacán; el NE-SW conformado, entre algunas, por fallas sinestrales como Lomas 1, Reventazón y Lajas; y finalmente el sistema del Frente de Montaña que incluye las fallas Guápiles y Siquirres.

Al analizar cada una de las principales fallas identificadas en la zona del proyecto y de considerar su potencial sísmico, sismicidad histórica y ubicación con respecto a las obras del mismo, se consideró que dos de ellas estarían controlando la amenaza sísmica en este sitio: 1) El Frente de Montaña, relacionado con el sistema de fallas Guápiles-Siquirres-Matina y 2) el fallamiento superficial local cercano al sitio de proyecto. En el caso de la zona de subducción, se consideró con una baja amenaza sísmica debido a la gran distancia que se encuentra con respecto al proyecto. De considerar la condición más adversa de ocurrencia de un evento sísmico en estas fuentes sísmicas con respecto al sitio de presa, se estimó para el mismo una aceleración horizontal pico de 0,41 g, de evaluar determinísticamente la amenaza sísmica.

La sismicidad en la región Caribe, aunque menos frecuente en sismos severos que el resto del país, también ha presentado varios terremotos en tiempos históricos y recientes que han provocado daños importante en la región, entre los que sobresalen el de 1953 en Matina (M_s 5,2), el de 1948 (M_s 7,0) entre Cartago y Turrialba y el de 1991 (M_s 7,6) en el Valle de la Estrella. También se han generado secuencias sísmicas asociadas a fallamiento local como las de 1976, 1987, 1988, 1993. Los terremotos históricos más importantes han generado intensidades (MM) altas en la región Caribe, como es el caso del terremoto de Limón de 1991, que alcanzó intensidades de hasta VIII-IX. En el sitio del P.H. Reventazón las máximas intensidades han sido de VII.

De la estimación probabilística de la amenaza sísmica se determinó que para un periodo de retorno de 1000, 2000 y 3000 años, se esperarían valores de aceleración horizontal pico de 0,50; 0,59 y 0,65 g para el sitio de presa, respectivamente. El periodo de retorno que se seleccione para escoger la carga sísmica de diseño, deberá estar en función del riesgo que se considere aceptable considerando un adecuado balance costo-seguridad.

En el caso que se requiera realizar análisis de diseño utilizando el método estático o pseudo-estático, se recomienda utilizar los valores de coeficiente sísmico propuestos para California por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (U.S. Army Corps of Engineers) o los de Japón propuestos por la Comisión de Grandes Presas, así como cualquier otro código, norma o recomendación técnica de uso común y aceptado por la comunidad ingenieril internacional para el diseño de presas utilizando estos métodos. Lo anterior de considerar y asumir una similitud en el régimen sismo-tectónico de estos países o regiones con Costa Rica.

Se recomienda el monitoreo sísmico de la zona del embalse al menos dos años antes del inicio del llenado, de manera que se pueda tener conocimiento de la sismicidad de fondo y

la naturaleza del ambiente sísmico del sitio antes de que cambien las condiciones por la presencia del embalse y se pueda identificar cualquier actividad sísmica anómala o inducida (-2TRLD)

Impacto: Amenaza Volcánica

La amenaza volcánica hacia el proyecto es muy moderada, por ello, para la seguridad del proyecto se mantendrá un monitoreo básico del volcán Turrialba que solo en caso de que ocurra una reactivación importante requerirá de más detalle. La Red Sismológica Nacional y el ICE cuentan con personal en Vulcanología que mantiene un monitoreo básico de este volcán (-2TRLD).

Calidad de la atmósfera

Ruido Ambiental

Construcción

El ruido ambiental es aquel que afecta nuestro entorno e incluye ruido de construcción, de maquinarias, del transporte y de trabajadores. Las dos fuentes de ruido asociadas al Proyecto son:

- el tráfico vehicular: vagonetas, pick-ups, otro tipo de vehículos.
- la construcción de obras asociadas a la maquinaria a utilizar.

Los niveles de ruido variarían según la potencia, frecuencia, intensidad, tiempo y distancia a la fuente, se incrementarían conforme el avance de las obras, en particular por tránsito de maquinaria pesada, maquinaria de construcción y otros. Para tener una idea del ruido de fondo antes del Proyecto se hicieron mediciones diurnas y nocturnas que se encuentran en el capítulo de Ruido en el Diagnóstico de este estudio.

Durante la etapa constructiva del P.H. Reventazón, toda afectación por ruido será manejada por el Servicio de Seguridad Ocupacional del P.H. Reventazón. Todas las construcciones del Proyecto en las diferentes obras tendrán un efecto directo, negativo y severo para los trabajadores del ICE.

En el cuadro 10.5.1 se anotan datos de algunas viviendas y otra infraestructura civil receptora del ruido del Proyecto, así como su localización y distancia.

Cuadro 10.5.1
Distancia desde algunas viviendas hacia obras del Proyecto Reventazón.

Infraestructura civil afectada	Localización Norte---- ----Oeste	Distancia (m)	Obra del Proyecto (Fuente emisora de ruido)
Margen Izquierda MI			
Mirador El Encanto en La Florida MI	582 892 230 434	1700	Sitio presa y obras conexas, escombrera 11, sitio acopio, maquinaria en uso y trabajadores
Vivienda en la Terraza de Florida MI	538 112 230 569	1880	
Margen Derecha MD			
Carretera y viviendas en El Coco- MD	585 823 229 389	436	Casa Máquinas (ST, Tubería), Quebrador, maquinaria en uso y trabajadores
Vivienda Sr. Jorge Nájera, El Coco MD	585 609 229 388	590	
Vivienda Sr. Fco. Moya Cerdas, El Coco MD	586 026 229 817	670	

Fuente: Elaboraron Geóg. Gerardina Araya Astorga, Geóg. Joaquín Méndez Arguello, con base trabajo de campo 2007-2008; SIG, Plano de caminos y obras 2007-2008 del P.H. Reventazón y Hojas cartográficas Bonilla y Tucurrique, Esc. 1:50.000. IGN.

a. Incremento de Tráfico vehicular

Este impacto se valoró asociado al traslado de materiales y escombros en cada una de las obras de la matriz, siendo las más impactantes la presa, el vertedero y obras de derivación en la margen izquierda y la casa máquinas, tubería y subestación en la margen derecha, el impacto es negativo, con una intensidad desde alto a severo, con persistencia temporal, reversible, local y dependiente por los efectos que causa, por lo tanto se valoró desde -3TRLD hasta -4TRLD.

Margen izquierda:

Aumento del nivel sonoro por incremento de tránsito durante el traslado de escombros desde sitio presa a la escombrera 11, escombrera 7 y traslado de materiales al sitio de acopio, afectará principalmente a la población que está entre Sitio de Presa y Calle Nubes pasando por Florida (Calle Nubes tiene 36 casas (mayo 2008)).

En la margen derecha:

Aumento del nivel sonoro por incremento de tránsito durante el traslado de escombros desde las obras de Casa Máquinas hasta la escombrera uno y desde otras obras a la escombrera no. 5 por calle Q. Lajas.

Incremento del nivel sonoro por aumento de vehículos por traslado de materiales y personal desde diferentes puntos de la ruta 10 hasta la propiedad donde se ubicará el plantel central, se afectará directamente la población entre la entrada a El Coco y esta propiedad, aquí hay 24 viviendas (mayo 2008), este impacto disminuirá con la medida de mitigación, que es el asfaltado de la calle.

También habrá un aumento de tránsito en la ruta 10 durante los fines de semana (fin y principio), al finalizar e iniciar labores el Proyecto, el aumento de flujo vehicular afecta la cotidianidad de las comunidades.

En el cuadro 10.5.2, se señalan las diferentes intensidades de tránsito y tiempos de exposición con sus respectivos valores de calidad ambiental a nivel sonoro de 80 dB (A) y 70dB(A). Cuando se llega a un tiempo de exposición del 50 %, con valores de 80dB(A) las condiciones son inaceptables.

Cuadro 10.5.2
Índice de calidad ambiental para diferentes tiempos de exposición

Tiempo de exposición a un nivel sonoro de 80 dB(A)		
Intensidad del tránsito de vagonetas	Tiempo de exposición	Índice de calidad ambiental
1 cada 4 minutos	25 %	Baja (0,2 a 0,3)
1 cada 3 minutos	30 %	Baja (0,2 a 0,3)
1 cada 2 minutos	50 %	Inaceptable (de 0 a 0,2)
Tiempo de exposición a un nivel sonoro de 70 dB(A)		
1 cada 4 minutos	25%	Baja (0,3)
1 cada 3 minutos	30%	Baja (0,3 a 0,4)
1 cada 2 minutos	50%	Baja 0,3 a 0,4)

Fuente: ICE, 2001. Estudio de Impacto Ambiental P.H. Cariblanco, p. 348.

b. Construcción de obras y uso de maquinaria

La afectación por ruido estará directamente relacionada con el avance de la etapa, las más críticas son la excavación, voladuras, trituración de materiales y traslado de materiales (tránsito).

Presa, vertedero y obras conexas

Aumento de ruido por excavaciones, voladuras y presencia de maquinaria trabajando en las obras de sitio presa, el impacto será recibido por las personas que habitan en la terraza alta de la Florida a 1700 y 1880 m de distancia de sitio presa, en la terraza de la Palmita, eventualmente algún sector de Calle Nubes cerca de la Escombrera 7 y otro sector de Florida, el impacto es negativo, con una intensidad severa, con persistencia temporal, reversible, local y dependiente por los efectos que causa, se valoro **-4TRLD**, con las medidas de mitigación y compensación el impacto baja de severo a alto, **-3TRLD**.

Casa de máquinas y tubería

Aumento de ruido por excavaciones, algunas voladuras y presencia de maquinaria durante la construcción de la casa de máquinas y tubería, el impacto será recibido por las personas de las viviendas que se encuentran en El Coco, **cuadro no. 1**, el impacto es negativo, con una intensidad de alta a severa, con persistencia temporal, reversible, local y dependiente por los efectos que ocasiona, se valoro **-3TRLD** hasta **-4TRLD**.

Las escombreras

Las escombreras por el acopio y manejo de escombros producto de las excavaciones, las más impactantes por estar cerca de poblaciones serían la número siete, la número uno y la número once. El resto afectaría principalmente a trabajadores del ICE. Se esperarían niveles de ruido similares a los datos obtenidos en enero del 2004 en la escombrera de La Ventana uno del P.H. Cariblanco, dieron valores de 76,2, 77,8, 78,5 y 80,4 dB(A), por paso de vagonetas y montacargas desde el acceso de La Ventana uno hacia la escombrera, las mediciones se hicieron a solo 4 m de distancia de la vagoneta. El impacto es negativo, con una intensidad de moderada a alta, temporal, reversible y puntual, se valoró **-2TRPD a -3TRPD**.

Los accesos

Las afectaciones por la construcción de nuevos accesos y por la rehabilitación de otros caminos se presenta cuando se está conformando y/o mejorando el camino principalmente en Calle Nubes y Calle El Coco-Plantel Central, también será directamente recibido por los trabajadores del ICE, se clasificó negativo, desde moderado hasta alto, temporal, reversible y puntual se valoró desde **-2TRPD a -3TRPD**.

Operación

Casa de máquinas

En la casa de máquinas el impacto sería mayor por el ruido originado por la generación de energía, específicamente por las turbinas, planta de diesel y generadores, en operación los trabajadores del ICE recibirán directamente el impacto del ruido.

Calidad del aire

En el área del Proyecto y en el área de influencia directa del proyecto no existen fuentes de contaminación del aire, por lo que las condiciones generales del área son de buena calidad. Las diferentes actividades del proyecto que están relacionadas a los movimientos de terreno, excavaciones, conformación y ampliación de caminos, transporte de maquinaria por caminos no pavimentados en época seca, manejo de escombreras y otras, contribuirán con la contaminación por partículas al aire, por lo que las calificaciones son altas en algunas actividades **(-3 a -4TRPD)**.

10.5.2 Impacto bióticos

Ecosistemas frágiles

La consideración de los ecosistemas frágiles se basa en la dificultad de algunos sistemas de características muy especiales para recuperarse, Tal y como se describe en el capítulo 8, los ecosistemas frágiles presentes en el AP, AID y AII, están relacionados a humedales y al bosque de ribera de ríos y quebradas que son afluentes del Reventazón. En especial, las quebradas Guayacán y Tres Amigos en la margen derecha, por su significancia en cuanto al mantenimiento de una biodiversidad excepcional. Dado que la mayoría de las obras se ubican en las cercanías de estas dos quebradas, los impactos al frágil ecosistema son catalogados entre alto y severo, de tal manera que es necesario la toma de medidas cuidadosas para la protección de estos ecosistemas.

En general, sobre los ecosistemas frágiles, las actividades de mayor impacto las constituyen la construcción y presencia de la presa, la constitución del embalse y su operación, la excavación del portal y el túnel, la construcción y operación del Tanque de oscilación y la tubería de presión, en particular al paso de esta sobre las quebradas. Los movimientos de tierra en la construcción de campamentos, fábrica de tubos, construcción y operación de la casa de máquinas y en la etapa constructiva de la línea de transmisión también afectan los ecosistemas frágiles. Los impactos están relacionados a la remoción del ecosistema, a la afectación de la calidad del ecosistema por contaminación del agua con sedimentos o con materiales provenientes del subsuelo (en el caso de excavaciones) y remoción de grandes masas como los estribos de la montaña donde se instalará la presa.

Embalse:

La limpieza e inundación del área del embalse implica eliminar zonas consideradas como ecosistemas frágiles y por lo tanto los organismos que allí habitan. Entre los ecosistemas de esta área están los bosques de ribera, en especial en las márgenes de los ríos y quebradas en su confluencia con el Reventazón, los sistemas de lagunas laterales en la margen del cauce principal, en las paredes de la ribera y los humedales existentes en esta área.

Limpieza del embalse: **-4PIPD** Es un impacto negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Conformación de taludes **-3 PIPD** Negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente

Llenado – **4 PILD** Es un impacto negativo, severo, permanente, irreversible, local y dependiente.

Mantenimiento - **4 PRRD** Este impacto se valoró como negativo, severo, permanente, reversible, regional y dependiente debido a que se relaciona a la afectación de los ecosistemas frágiles aguas debajo de la presa durante las labores de evacuación de sedimentos del embalse.

Presa y Vertedero

La excavación de 10 millones de metros cúbicos de materiales para la construcción de los estribos de la presa es una obra de gran impacto que puede impactar con sedimento los ecosistemas frágiles aguas debajo de la presa, así mismo, se verán afectados los ecosistemas que actualmente se encuentran en el sitio de la excavación. Posteriormente, la presencia de la presa implica la disminución del caudal, afectando a los diferentes micro hábitats que se encuentran en el río.

Limpieza y excavación **-4TIRD** Se consideró como un impacto negativo, severo, temporal, regional y dependiente.

Presencia **-4PILD** es un impacto negativo, severo, permanente, irreversible, local y dependiente.

Obras de Derivación

La ubicación de las obras de derivación en la margen y en el cauce afectan los ecosistemas frágiles en la ribera y el sector de cauce principal que quedará sin agua.

Túnel de desvío: **-4PIPD** se valoró como un impacto negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente

Túnel

A pesar de que el portal del túnel afecta una zona actualmente con bosque, se valoró como alto debido a que ya se evaluó la afectación de esta zona con el inicio de las obras de desvío. Durante la excavación subterránea, el impacto está relacionado a la afectación de los ríos y quebradas por afectación de la calidad del agua.

Excavación del portal: **-3TRLD** negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Excavación subterránea: **-3TRLD** negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Tanque de Oscilación

Por su cercanía a las quebradas, se impactará la calidad del agua y por lo tanto a los ecosistemas frágiles asociados a estas quebradas.

Construcción: **-3TRLD** negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Tubería de presión

La construcción del cruce por las quebradas Guayacán y Tres Amigos compromete los ecosistemas frágiles asociados.

Construcción - **4PIPD** se valoró como un impacto negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente

Campamento y Fábrica de tubos

Esta es una zona con potreros, por lo que ya se encuentra alterada, sin embargo, existe un humedal que recibe gran cantidad de tortugas y ranas cuando se inician las lluvias, por lo que se deben tomar medidas para no afectarlo

Limpieza y movimiento de tierra: **-3PIPD** es un impacto negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Área vehicular

Este impacto se valoró como negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente debido a que por la cantidad de maquinaria y a los diferentes tipos de vehículos que formarán el plantel, todavía no se ha decidido si se utilizará un solo lugar o se distribuirán en las diferentes obras, por lo que en función del principio de precaución, se le dio la valoración más alta para que independientemente de la localización se tomen las medidas correspondientes.

Limpieza de terreno: - **4PIPD** se valoró como un impacto negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente

Dispensador de combustible: - **4TRLD** se valoró como un impacto negativo, severo, temporal, irreversible, puntual y dependiente

Mantenimiento de vehículos: - **4TRL** se valoró como un impacto negativo, severo, temporal, irreversible, puntual y dependiente

Sitio de préstamo aguas arriba

La explotación del cauce como sitio de préstamo implica la afectación del ecosistema de río, márgenes y vegetación de ribera con impactos severos a los ecosistemas frágiles.

Limpieza de sitio: -**4PIRD** se valoró como un impacto negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente

Extracción de materiales: -**4PIRD** se valoró como un impacto negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente

Casa de máquinas

Por su ubicación en las cercanías de la confluencia de la quebrada Guayacán con el Reventazón, así como por la necesidad de realizar una excavación importante y un dique de protección, se considera el impacto en ecosistemas frágiles como severo

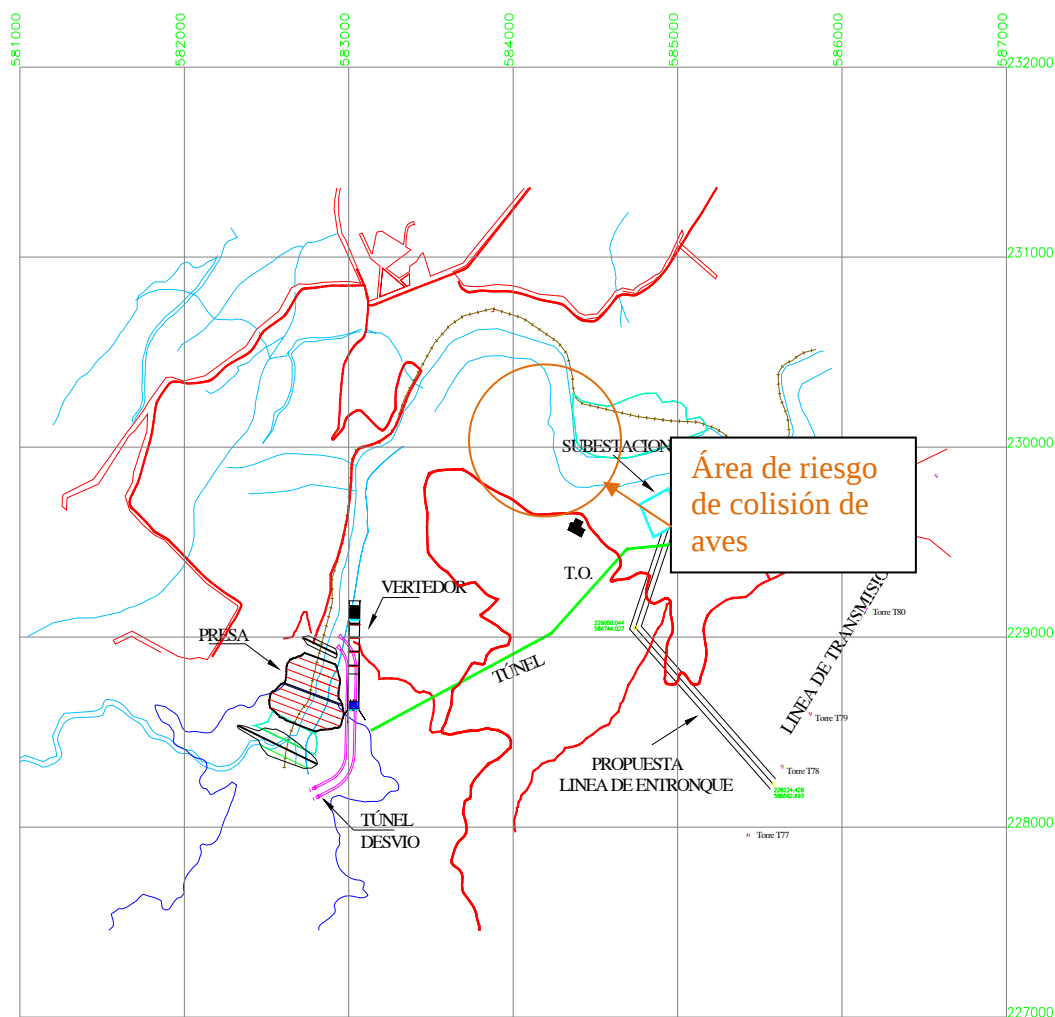
Limpieza del sitio y excavación. -**4TIPD** se valoró como un impacto negativo, severo, temporal, irreversible, puntual y dependiente

Dique de protección: - **4PIPD** se valoró como un impacto negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente

Línea de transmisión

La ubicación de las torres no está definida, por lo que considerando que en la ruta hay algunos sitios donde se puede afectar el hábitat, así mismo por la presencia de especies de aves en peligro de extinción como la lapa verde, se valoró el impacto de la línea de transmisión como alto, de tal manera que en función del principio de precaución se tomen las medidas para proteger estas especies.

Figura 10.5.3
Zona de riesgo para la colisión de las aves con el trazado del entronque de la línea de transmisión.



Excavación y armado de bases: **-3TIPD** impacto negativo, alto, temporal, irreversible, puntual y dependiente.

Tendido de Cables: **-3TIPD** impacto negativo, alto, temporal, irreversible, puntual y dependiente.

Escombreras

Algunas escombreras están ubicadas sobre humedales y sitios de gran fragilidad, así como en sitios que afectan quebradas por lo que la valoración de algunas escombreras es severa por la afectación de estos ecosistemas.

Escombrera 1

Acopio y manejo de escombros: **-3TILD** impacto negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente. Cercanía a la Quebrada Guayacán

Escombreras 2, 4, 8

Están ubicadas sobre sitios de gran fragilidad por lo que se consideran de impacto severo, aún con un cierre técnico adecuado. Por esta razón no se recomienda utilizar la escombrera número 4.

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: **-4TILD** impacto negativo, severo, temporal, irreversible, local y dependiente.

Acopio y manejo de escombros: **-4TILD** impacto negativo, severo, temporal, irreversible, local y dependiente.

Cierre técnico: **-4TILD** impacto negativo, severo, temporal, irreversible, local y dependiente.

Escombrera 5

Afecta la naciente de una quebrada que va al río Siquirres.

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes **-3TILD** impacto negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente.

Acopio y manejo de escombros: **-3TILD** impacto negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente.

Se recomienda no utilizar la escombrera número 5.

Escombrera 6

Afecta drenaje que desagua al cauce principal en el sector del caudal de compensación. Es una zona de humedal

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: **-3TILD** impacto negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente.

Acopio y manejo de escombros: **-3TILD** impacto negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente.

Cierre técnico: **-3TILD** impacto negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente.

Escombrera 7

Afecta drenaje que desagua al cauce principal en el sector del caudal de compensación. Es una zona de humedal

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: **-3TILD** impacto negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente.

Acopio y manejo de escombros: **-3TILD** impacto negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente.

Accesos

Acceso1

Este es un acceso existente que será ampliado para permitir el paso de la maquinaria que se va a utilizar, existe riesgo de afectar la calidad de las aguas y por ende a los ecosistemas frágiles de las quebradas.

Conformación **-3TRPD** impacto negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente

Utilización **-3TRLD** impacto negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente

Accesos 5, 13

Estos accesos tiene paso en las quebradas por lo que la conformación o ampliación tendrá impacto en los ecosistemas frágiles de las quebradas. Se deben tomar medidas para evitar la afectación

Conformación **-3TIPD** El impacto es negativo, alto, temporal, irreversible, puntual y dependiente.

Accesos 8-9-10-11-16-17

Este grupo de accesos son nuevos, afectarán las orillas del río y quebradas, por lo que hay riesgo de afectación a ecosistemas frágiles debido a la afectación de la calidad del agua, como su impacto es cuando se conforman, posteriormente quedarán inundados. Conformación **-4TRRD** El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, regional y dependiente.

Accesos 6,15

Estos son accesos nuevos que cruzará una zona que actualmente tiene cobertura de bosque en zona de mucha fragilidad.

Conformación **-4TILD** El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, local y dependiente.

Áreas protegidas

Las áreas protegidas que se ubican en el área de influencia indirecta del proyecto se verán afectadas por actividades muy específicas, como lo son en la fase constructiva de la Presa y el Vertedero en las actividades de limpieza del sitio y la excavación. Así mismo, en la fase de operación, en las actividades de mantenimiento del embalse. Y la presencia de la presa en cuanto a la disminución del flujo de nutrientes y a la disminución del caudal aguas debajo de la presa.

Los impactos están relacionados a la modificación temporal de la calidad del agua por ingreso de sedimentos al realizarse los trabajos de excavación en la construcción y en la evacuación de sedimentos cuando se requiera durante la operación. Los sedimentos pueden ser transportados hasta los canales y a las inmediaciones del sitio Jalova del Parque Nacional Tortuguero.

La retención de sedimentos por la presa y el embalse, tendrán un efecto en la dinámica de las barras costeras que debe ser estudiada en un proyecto de seguimiento, dado que esta dinámica es muy compleja y ha sido afectada por otros procesos como la apertura de canales por parte de finqueros y la apertura de una salida al mar de la laguna Jalova entre otras. Las actividades de limpieza de los embalses de Cachí y Angostura, la colocación de diques, el dragado de canales artificiales para mantener la conectividad de la vía fluvial, son algunas de las modificaciones que el sistema ha sufrido durante muchos años. Como se expone en la sección de hidráulica el sistema del río está constantemente en busca del equilibrio, por lo que cada elemento que cambia provoca una reacción del sistema. De igual manera, las especies de estos ecosistemas se adaptan al cambio, siempre y cuando se produzcan en un rango de reacción aceptable, que se encuentre en los límites en que el sistema ha funcionado. En este sentido, se recomienda la instalación de estaciones de referencia para mantener la observación constante del sistema y alertar si se presentan señales de cambios mayores.

La presencia de la presa y la operación de la planta de producción de energía, tendrán un alto impacto en la disminución del caudal aguas abajo de la presa. Cuando la planta está en operación, el impacto llega hasta el sitio de restitución, (cuatro kilómetros de cauce). Si la planta no opera en forma continua, el impacto se prolonga hasta la confluencia de un tributario mayor. En el caso de Reventazón, no hay ningún afluente importante desde el sitio de presa hasta la confluencia con el río Parismina. A fin de mantener el aporte de agua que el sistema Reventazón – Parismina hace en el sistema de canales, la operación del P.H. Reventazón debe asegurar un caudal adecuado.

Las demás áreas protegidas que se encuentran en la región, están ubicadas fuera del área de influencia directa e indirecta del proyecto

Los impactos relevantes para las áreas protegidas, se valoraron de la siguiente forma:

Embalse: En la fase de operación y mantenimiento: **-4PRRD** Es un impacto negativo, severo, permanente (se va a producir durante la vida del proyecto), es reversible porque el efecto de los sedimentos se revierte en pocos días, de carácter regional porque afecta hasta la zona costera y dependiente.

Presa y vertedero: Fase constructiva: **-4TRRD**- Es un impacto Negativo, severo, Temporal, ya que una vez terminadas las obras de excavación no se produce más el impacto, es reversible porque los sedimentos son transportados y se retiran gradualmente del sistema, de carácter regional y dependiente.

Presa: fase operación: **-3PIRD** La presencia de la presa retendrá la afluencia continua de sedimentos y nutrientes, almacenándolos en el embalse. Si bien es cierto, esto afecta positivamente al sistema debido a que la carga de sedimentos por actividades antrópicas es muy alta, también lo afecta en forma negativa porque los sedimentos y los nutrientes son necesarios para la estabilidad del ecosistema costero y para los organismos que habitan en el estero. Esta relación hace que el impacto se valore como alto, permanente porque se relaciona a la presencia de la presa, irreversible, regional y dependiente.

Casa de máquinas: generación de energía: **-3PIRD**. El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, regional y dependiente.

Corredores biológicos

Las afectaciones al Corredor Mesoamericano “Paseo del Jaguar”, están relacionadas a la creación de barreras que imposibiliten el paso de grandes especies, como los felinos. La creación de un embalse constituirá una barrera real a los movimientos de las especies de amplio rango de hábitat. Si bien es cierto que el río Reventazón siempre ha sido una barrera difícil de pasar, en ciertas condiciones durante el verano es posible, para las especies grandes y buenas nadadoras como el jaguar, pasar de una margen a otra. Esta condición se pierde con la formación del embalse.

La ubicación de las obras principales del proyecto en un espacio bien delimitado concentra las afectaciones, lo que desde cierto punto de vista es beneficioso porque quedan importantes espacios sin perturbación, pero a su vez, la concentración de actividades crea una zona de barrera debido a la gran actividad constructiva y la eliminación de hábitat importante para los movimientos de las especies. Sin embargo, dado que la zona que tiene mayor cobertura boscosa es el área donde se encuentra la cola del embalse, se puede promover una recuperación de hábitat que permita mayor continuidad de la cobertura forestal y de esa manera direccionar los movimientos de las especies hacia el hábitat restaurado.

Embalse:

Limpieza de sitios - **4PIPD** Este impacto se valoró como negativo, severo, permanente irreversible, puntual y dependiente. La corta de vegetación para limpiar las áreas que serán inundadas afectará la conectividad entre áreas boscosas.

Llenado: **-3TILD**. Durante el llenado del embalse, que se prolonga por varios meses, se produce un impacto negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente. Las rutas de paso se van inhabilitando paulatinamente hasta que se forma la barrera del embalse.

Presencia: **-4PIRD** la presencia del embalse en sí mismo, que es la afectación principal en esta obra, es considerado negativo, severo, permanente, irreversible, regional y dependiente por la barrera que implica para los movimientos de la fauna.

Presa. Durante la construcción de la presa será necesario realizar una excavación importante y por lo tanto limpiar un área que actualmente está cubierta de bosque y que afectará la conectividad.

Construcción Excavación y Limpieza de sitio **-3PIPD** este impacto se valoró como negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Tubería de presión

Algunos sectores del trazado de la tubería de presión cruzarán por áreas con cobertura vegetal, de igual manera, la construcción de una trinchera y la presencia de la misma durante la operación, significan una barrera que separa las unidades con cobertura, afectando la presencia del corredor

Limpieza de sitio y excavación: **-4PIPD** Se valora el impacto como negativo, permanente, irreversible, puntual y dependiente

Presencia - **3PILD** se consideró que el impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, local y dependiente. Se consideró como alto debido a que la afectación mayor se produce al abrir la trinchera y al cortar la vegetación.

Campamento y Fábrica de Tubos

Construcción -**3PIPD** Se valoró como un impacto negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente. Se justifica la valoración en cuanto los movimientos de tierra y remoción de vegetación interferirán en la conectividad de las zonas con vegetación y en especial de la unidad de una zona de humedal que se encuentra al lado de la zona de campamentos.

Área vehicular -**4PIPD** Este impacto se valoró como negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente debido a que por la cantidad de maquinaria y a los diferentes tipo de vehículos que formarán el plantel, todavía no se ha decidido si se utilizará un solo lugar o se distribuirán en las diferentes obras, por lo que en función del principio de precaución, se le dio la valoración más alta para que independientemente de la localización se tomen las medidas correspondientes.

Casa de máquinas

Dique de protección -**3PIPD**. Es un impacto valorado como negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente. Este dique establecerá una barrera para las especies que cruzan por el cauce del río cuando se disminuye el caudal.

Escombreras

Los sitios de escombrera pueden ser una barrera en la comunicación de áreas con vegetación o rutas de migración, sin embargo, una vez terminado el proceso de depósito de materiales, el cierre técnico puede contribuir con la restauración de hábitat y re establecer o favorecer la conexión entre áreas con cobertura vegetal. En los sitios de escombrera en terrenos ICE se propiciará la regeneración de la vegetación, fortalecida con la siembra de especies de la zona, por lo que en estos sitios se valora el cierre técnico como positivo.

Escombrera 1

Por su ubicación en las cercanías de la quebrada Guayacán, esta escombrera interfiere en la conexión entre la zona de protección de la quebrada Guayacán con otras zonas boscosas durante el tiempo que se estará utilizando como depósito de materiales.

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: -**3TILD** Se valoró este impacto como alto, temporal, irreversible, local y dependiente.

Acopio y manejo de escombros: -**3TILD** Este impacto se valoró como alto, temporal, irreversible, local y dependiente

Escombrera 2 y 3.

Por su ubicación en una zona de alta intervención por otras actividades del proyecto, donde la conectividad ha sido ya valorada ("castigada"), el impacto no es significativo, cierre técnico: +**3PILD**. Se valoró el impacto como positivo, permanente, irreversible, local

y dependiente, por estar ubicada en las fincas que serán adquiridas por el ICE, el hábitat será restaurado en estos sitios, contribuyendo así a la conectividad después de finalizada la obra

Escombrera 4

Esta escombrera se ubica en la naciente de la quebrada Tres Amigos, existe un área boscosa y está en ruta de conexión entre las áreas boscosas de las zonas altas, por lo que se considera de impacto severo.

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: - **4TILD**. Tiene un impacto negativo, severo, temporal, irreversible, local y dependiente.

Acopio y manejo de escombros -**4TILD** Tiene un impacto negativo, severo, temporal, irreversible, local y dependiente.

Cierre técnico +**3PILD** Es un impacto positivo, permanente, irreversible, local y dependiente, dado que se realizaría la restauración del sitio.

Escombrera 5

Por su ubicación en zonas altas, y en la ruta de conexión entre la reserva del Pacuare y la zona de protección de la quebrada Lajas se valoró el impacto de esta escombrera como alto. Por ubicarse en terrenos que no serán adquiridos, el impacto positivo de restauración no alcanza un nivel significativo.

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: -**3TILD** negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente

Acopio y manejo de escombros: -**3TILD** negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente

Escombrera 6, 9,10,11

Este grupo de escombreras se ubican en terrenos que serán afectados por otras actividades y están cercanas a las obras principales, por lo que no se valoran con un impacto negativo significativo en su etapa constructiva para la interrupción de la conectividad. En la etapa de cierre se restaurará el hábitat ya que son terrenos que el ICE va a adquirir.

Cierre técnico: +**3PILD** Es un impacto positivo, permanente, irreversible, local y dependiente, dado que se realizaría la restauración del sitio.

Escombrera 8

A pesar de que esta escombrera se ubica en un área de alta actividad por otras obras, la presencia de una zona de humedal en el centro es un foco de atracción de algunas especies y ruta migratoria para las especies que realizan movimientos estacionales entre las zonas húmedas y zonas altas de las colinas-

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: -**3TILD** negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente

Acopio y manejo de escombros **-3TILD** negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente

Cierre técnico: **+3PILD** Es un impacto positivo, permanente, irreversible, local y dependiente, dado que se realizaría la restauración del sitio.

Accesos

Acceso 1, 2, 3

Estos son accesos existentes que deben ser ampliados para permitir el paso de la maquinaria que se va a utilizar, por lo que es la conformación del acceso la actividad que inicialmente va a afectar la interconexión de corredores.

Conformación: **-3TRPD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente.

Acceso 5

Este acceso existente será ampliado, además, tendrá un tránsito muy fuerte por lo que tanto la conformación como la utilización tendrán un impacto alto en la interconexión de corredores.

Conformación: **-3TRPD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente.

Utilización: **-3TRPD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente.

Acceso 6

Este es un acceso nuevo que cruzará una zona que actualmente tiene cobertura de bosque, por lo que su construcción tendrá un impacto negativo en la conexión de las áreas boscosas. Dado que la utilización es exclusivamente para el acceso al vertedero, el tránsito es bajo.

Conformación: **-4TILD** El impacto es severo, temporal, irreversible, local y dependiente.

Acceso 15

Este es un acceso nuevo que cruzará una zona que actualmente tiene cobertura de bosque, por lo que su construcción tendrá un impacto negativo en la conexión de las áreas boscosas. La afectación se prolongará a la fase de utilización por el alto tránsito

Conformación: **-4TILD** El impacto es severo, temporal, irreversible, local y dependiente.

Utilización **-3TILD** El impacto es alto, temporal, irreversible, local y dependiente.

Accesos 8-9-10-11-16-17

Este grupo de accesos son nuevos y romperán la unidad de las zonas con vegetación, su impacto es cuando se conforman, posteriormente quedarán inundados.

Conformación: **-4TRL** El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, local y dependiente.

Acceso 13

Este acceso es nuevo y tiene gran pendiente, pasa la quebrada Guayacán, por lo que su impacto es alto en la conformación y su utilización.

Conformación: **-3PIPD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Utilización: **-3PIPD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Vegetación y especies en peligro de extinción

Flora y especies en peligro de extinción y amenazadas

Para la descripción y valoración de los impactos en la vegetación del área de influencia del P.H. Reventazón, ésta se dividió en dos elementos: flora a nivel general y especies en peligro de extinción o amenazadas.

Flora abarca cualquier tipo de vegetación afectado, ya sea pastizal, cultivo agrícola, charral-tacotal, plantación forestal y/o bosque, considerando la extensión, riqueza florística y vulnerabilidad del mismo. En cuanto a especies en peligro de extinción o amenazadas, se contempla la eliminación de individuos y la disminución de poblaciones de flora calificada en peligro de extinción o amenazada por la legislación nacional y tratados internacionales, incluyendo varias formas de vida como árboles, orquídeas, palmas, bromelias, cycadaceas y helechos arborescentes.

El impacto en el bosque implica:

- Eliminación de cobertura boscosa, contemplando todas las formas de vida o componentes vegetales del ecosistema tales como: árboles, arbustos, palmas, helechos, herbáceas, epífitas, lianas, etc.
- Aumento de la extracción de plantas ornamentales y comestibles del bosque debido a la presencia del personal del Proyecto y a la mejora y apertura de caminos en áreas boscosas.
- Alteración de procesos fisiológicos de la flora circundante a las obras por la saturación de los estomas con partículas de polvo, la variación del nivel del agua en ciertos tramos de ríos y quebradas y la alteración de factores microclimáticos como luz, viento y temperatura por la apertura de claros dentro del bosque.
- Aumento de la fragmentación del bosque y alteración de corredores biológicos. Interrupción o disminución de la función del bosque como corredor biológico. Este aspecto refleja la compleja interacción entre flora y fauna como componentes del ecosistema.

A continuación se describe y valora el impacto a la flora y a las especies en peligro de extinción o amenazadas, por las obras del Proyecto durante las fases constructiva y operativa.

Embalse

a. Limpieza del sitio

Durante la fase constructiva, la limpieza del sitio del embalse implicaría el aprovechamiento selectivo de plantas comerciales, principalmente en zonas boscosas y en otras unidades de vegetación, donde se extraerían selectivamente los árboles maderables y otras plantas menores. Dicha actividad causaría la eliminación de flora por la construcción de caminos y trochas, la tala de árboles y la extracción de troncos y plantas, en las zonas donde las condiciones topográficas lo permitan. Este impacto sería negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente **(-4PIPD)** para la flora en general y para las especies en peligro de extinción y amenazadas en particular, debido a la eliminación de muchas formas de vida en el bosque como: árboles, arbustos, herbáceas, palmas, helechos, lianas, bejucos, piñuelas y orquídeas, de forma permanente e irreversible ya que posteriormente el área sería inundada. El efecto también sería dependiente por la estrecha relación con la fauna que utiliza dicho ecosistema para alimentación y refugio, al igual que la relación con la tierra y el agua, por el incremento de la erosión de la tierra y la consiguiente alteración de la calidad del agua de ríos y quebradas y la fauna acuática y terrestre asociada.

b. Conformación de taludes

El impacto de esta actividad se calificó negativo, moderado, temporal, reversible, puntual y dependiente **(-2TRPD)**, porque los taludes se conformarían solamente en ciertas zonas que no ocuparían áreas extensas, revegetándose a mediano plazo de manera natural o inducida. Además sería dependiente por la remoción y erosión de la tierra y la alteración negativa a la calidad del agua y la fauna asociada.

Pocas especies en peligro de extinción y amenazadas estarían presentes en estas zonas, por lo tanto el impacto sería de menor intensidad **(-1TRPD)**.

c. Llenado del embalse

Esta actividad causaría la muerte de la flora remanente en todos los tipos de vegetación de la zona de inundación, posterior a las labores de limpieza del embalse, incluidas las especies amenazadas y en peligro de extinción, por lo tanto el impacto del llenado se calificó negativo y severo. También permanente, irreversible, local y dependiente **(-4PILD)** porque los hábitat de flora y fauna silvestre tanto en bosque como en zonas más alteradas serían eliminados permanentemente.

d. Mantenimiento

El embalse del Proyecto retendría sedimentos que actualmente arrastra el río Reventazón, el mantenimiento de esta obra consiste en la evacuación parcial de los mismos, por lo tanto un porcentaje significativo quedaría almacenado en él, dándose una leve reducción de los sedimentos en el río aguas abajo de la presa y específicamente en los canales de la zona costera del Parque Nacional Tortuguero. Dicha reducción resultaría beneficiosa para los procesos fisiológicos de los manglares y yolillales, que constituyen el hábitat de varias especies de fauna acuática y terrestre, importantes por su rol ecológico y socioeconómico. Por consiguiente el impacto se valoró positivo, leve, permanente, irreversible y dependiente **(+1PIRD)**.

e. Presencia

El impacto a la flora y a las especies en peligro de extinción, por la presencia del embalse se calificó como negativo, moderado, permanente, irreversible, local y dependiente (**-2PILD**), ya que las condiciones de inundación periódica en la franja de oscilación de sus márgenes, restringirían la flora a especies semiacuáticas y algunas especies terrestres tanto arbóreas como herbáceas adaptadas a dichas condiciones. En el espejo de agua solamente sobrevivirían especies de flora acuática. El efecto sería dependiente por la estrecha relación flora-fauna-agua.

Presa y vertedor

a. Limpieza del sitio y excavación

La excavación de obras principales y la preparación de los sitios de infraestructura asociada como planta de concreto, patios de materiales y maquinaria, bodegas, talleres, oficinas, servicios sanitarios, comedores y dispensarios médicos provocarían la eliminación de aproximadamente 20 ha de bosque maduro, donde se encuentran gran cantidad de plantas amenazadas y en peligro de extinción. Considerando también la alteración de los procesos fisiológicos de la flora aledaña a las obras por polvo y deposición de materiales, al igual que por el aumento de luminosidad, temperatura y viento, este impacto se valoró en **-4PIPD** al ser negativo, severo, permanente, irreversible, local y también dependiente porque acarrea efectos a otros elementos del medio como la fauna, la tierra, el agua y el ser humano.

b. Obras civiles

Los impactos negativos por la construcción de las obras civiles se valoran en **-2TRPD** moderado, temporal, reversible, puntual y dependiente, considerando la alteración de los procesos fisiológicos de la flora circundante a las obras por lechadas de concreto y polvo, además de la compactación y cubrimiento del terreno con lastre o concreto en las áreas de obras provisionales, impidiendo o disminuyendo la capacidad de regeneración natural de la vegetación.

c. Presencia

Durante la operación, la presencia de la presa causaría un impacto positivo, moderado, permanente, irreversible, local y dependiente (**+2PILD**), debido a que la disminución del nivel del agua en el cauce del río Reventazón, en los 2 km del tramo crítico aguas abajo de la misma hasta el sitio de casa de máquinas, promovería la colonización de plantas pioneras y el eventual desarrollo de un ecosistema apto para algunas especies de flora amenazadas y en peligro de extinción.

Obras de derivación (Túneles de desvío)

a. Limpieza del sitio y excavación

Debido a que los túneles de desvío se localizan en un bosque dentro del área de inundación del embalse, la mayor intensidad del impacto por la eliminación de dicho

ecosistema ya fue considerada en las labores de limpieza y llenado del embalse. Por consiguiente el impacto negativo a la flora incluídas las especies en peligro de extinción, a causa de las labores de limpieza y excavación de esta obra, se valoró con menor intensidad en moderado, permanente, irreversible puntual y dependiente (-2PIPD).

Túnel

a. Excavación del portal

La excavación y limpieza del portal del final del túnel (FT) y obras provisionales como patios de maniobra y almacenamiento de materiales y la planta de concreto, provocarían la eliminación de 4.5 ha de plantaciones forestales de laurel y de bosque maduro de la margen izquierda de la quebrada Guayacán cerca de su confluencia con el río Reventazón, así como especies amenazadas y en peligro de extinción. Un efecto negativo asociado sería la eventual deposición de materiales o sedimentos,. En conjunto estos impactos negativos se calificaron de intensidad alta, además de permanente, irreversible, puntual y dependiente (-3PIPD).

b. Excavación subterránea, revestimiento, blindaje e inyección

El impacto de estas actividades implicaría la eventual alteración de la flora menor del bosque de las quebradas Guayacán y Tres Amigos, por la deposición de sedimentos y/o la contaminación por lechadas de concreto, en conjunto se valoró como negativo, moderado, temporal, reversible, puntual y dependiente (-2TRPD).

Tanque de oscilación

a. Excavación y obra civil

La limpieza de la terraza de excavación y construcción de esta obras, eliminaría 1.2 ha de plantación forestal de laurel y como efecto secundario podría provocar la eventual alteración de la naciente y del bosque ripario de la quebrada Sibon y de algunas especies declaradas amenazadas y en peligro de extinción, por la deposición de materiales y sedimentos. En conjunto el impacto se calificó negativo moderado, permanente, irreversible, puntual y dependiente (-2PIPD).

Tubería de presión

a. Limpieza del sitio y excavación

La limpieza y excavación de la trinchera de la tubería eliminarían 3.9 ha de plantación forestal de laurel y aproximadamente 0.4 ha de bosque maduro de las márgenes de las quebradas Tres Amigos y Guayacán por la construcción de los puente tubo, por consiguiente el impacto se valoró como negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente (-4PIPD).

En el bosque ripario de las quebradas mencionadas se encuentran especies amenazadas y en peligro de extinción, tal como un árbol de frijolón (*Dussia, macrophyllata*) de altura y diámetro considerables, sin embargo por ser un área pequeña, el impacto se valoró con menor intensidad en -3PILD.

b. Obra civil y metalmecánica

Los impactos de estas labores se valoraron en **-2TRPD** negativo, moderado, temporal, reversible, puntual y dependiente, considerando la alteración temporal de los procesos fisiológicos de la flora circundante a las obras por polvo y lechadas de concreto.

Campamento y fábrica de tubos**a. Limpieza y movimiento de tierra**

La limpieza del sitio para el campamento causaría la eliminación temporal de 12.5 ha de potrero, charral y plantación forestal de laurel. La fábrica de tubos provocaría la eliminación de 2.5 ha de plantación forestal, sin embargo se localizaría muy cercana al bosque maduro de la margen derecha de la quebrada Tres Amigos, por lo tanto el impacto por la eventual deposición de sedimentos en este bosque ripario, incluidas especies declaradas como amenazadas o en peligro de extinción, se calificó negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente (**-3PIPD**).

a. Cierre técnico

El área sería rehabilitada mediante reforestación y enriquecimiento con especies nativas, con un impacto positivo, moderado, permanente, irreversible, puntual y dependiente (**+2PIPD**).

Área vehicular

Debido a que al momento de la evaluación no había certeza sobre la ubicación del área vehicular en las diferentes obras, el impacto negativo por esta actividad se calificó alto, temporal, reversible, puntual y dependiente (**-3TRPD**), y las labores de cierre técnico a su vez se valoraron positivo, alto, permanente, puntual y dependiente (**+3PIPD**).

Sitio de préstamo – aguas arriba**a. Limpieza del sitio**

El quebrador y el patio de materiales serían obras provisionales localizadas cerca de la confluencia de la quebrada Lajas con el río Reventazón, dentro de la zona de inundación del embalse. La limpieza del sitio causaría la eliminación de charral-tacotal calificándose dicho impacto como negativo, moderado, permanente, irreversible, puntual y dependiente (**-2PIPD**). Para las especies en extinción y amenazadas el impacto sería de menor intensidad (**-1TRPD**).

b. Preselección, trituración y acarreo

Estas labores causarían impactos negativos, leves, temporales, reversibles, puntuales y dependientes (**-1TRPD**), debido a la alteración de los procesos fisiológicos de la flora alrededor de la obra por la saturación de los estomas con partículas de polvo.

Casa de máquinas

a. Limpieza del sitio y excavación

El sitio donde se construiría la casa de máquinas está ocupado por potrero con árboles aislados, la eliminación de dicha flora y principalmente la eventual deposición de sedimentos en el bosque ripario de la quebrada Guayacán representaría un impacto negativo, moderado, temporal, reversible, puntual y dependiente (-2TRPD).

Debido a la presencia de varios árboles aislados de manú (*Minquartia guianensis*) el impacto a las especies en peligro de extinción se calificó con mayor intensidad en -3PIPD.

b. Obra civil

La construcción de las obras civiles causaría impactos negativos, moderados, temporales, reversibles, puntuales y dependientes (-2TRPD), debido al polvo y la posible contaminación de sedimentos y lechadas de concreto en el bosque ripario de la quebrada Guayacán.

c. Generación de energía

El impacto en la flora por el cambio del régimen del caudal horario e incluso durante la época de estiaje aguas abajo del desfogue no es significativo, por tanto se calificó indiferente.

Subestación

a. Preparación del sitio

La limpieza y preparación del sitio de esta obra eliminaría aproximadamente 4 ha de plantación forestal de laurel y parte del bosque maduro de la margen derecha del río Reventazón, como efecto secundario también podría provocar la alteración del bosque ripario de la quebrada Guayacán, incluidas la especies amenazadas y en peligro de extinción, por la eventual deposición de sedimentos y/o escombros. En conjunto el impacto se valoró negativo alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente (-3PIPD).

b. Obra civil

La alteración en la fisiología de la flora del bosque de la quebrada Guayacán, por el polvo y el eventual arrastre de sedimentos y lechadas de concreto durante la construcción de estas obras, causarían un impacto negativo moderado, temporal, reversible, puntual y dependiente (-2TRPD).

Líneas de transmisión

a. Excavación y armado de bases

La excavación y armado de las bases de las torres, causaría la eliminación de la vegetación en sitios puntuales de pequeña extensión, por tanto el impacto se calificó como negativo, moderado, permanente, irreversible, puntual y dependiente (-2PIPD).

b. Tendido de cables

Esta actividad conlleva la eliminación de los árboles que impedirían el funcionamiento de la línea de transmisión, al igual que la vegetación dentro del carril del tendido de los cables. Debido a que la ruta atraviesa varias quebradas con bosque ripario en sus márgenes, incluida la quebrada Guayacán, además de un parche de bosque maduro. El impacto de estas labores se valoró negativo, severo, permanente, irreversible, local y dependiente (-4PILD). El impacto negativo sobre las especies amenazadas y en peligro de extinción presentes en estos ecosistemas se calificó con menor intensidad en **-3PIPD**.

c. Mantenimiento

Las labores de mantenimiento que consisten en la poda de ramas y la eliminación de árboles que pudieran poner en peligro el funcionamiento de la obra, producirían un impacto a la flora valorado como negativo, moderado, permanente, puntual y dependiente (-2PIPD).

Escombreras con impactos severosEscombreras 4 y 7**a. Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes y acopio y manejo de escombros**

Las escombreras 4 y 7 se ubicarían en potreros con quebradas que alimentan el caudal del tramo crítico y poseen cobertura boscosa en sus márgenes. La escombrera 4 estaría en una ladera de pendiente moderada hacia la quebrada Tres Amigos y la escombrera 7 es atravesada por la quebrada Borrachos en el extremo oeste y otra quebrada más pequeña transcurre por el extremo noreste.

Debido a que la preparación del sitio podría implicar la eliminación total o parcial de los bosques riparios de dichas quebradas, el impacto sobre la flora se valoró como negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente (-4PIPD). El impacto negativo sobre las especies amenazadas y en peligro de extinción presentes en estos ecosistemas se calificó con menor intensidad en **-3PIPD**.

El impacto del acopio y manejo de escombros en la escombrera 4, por la eventual deposición de sedimentos y escombros en el bosque ripario de la quebrada Tres Amigos se consideró negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente (-3TRPD). En el caso de la escombrera 7 debido a que su topografía es más favorable, dicho impacto se valoró de menor intensidad en **-2TRPD**.

b. Cierre técnico

El cierre técnico de la escombrera 4 consistiría en reforestación natural y enriquecimiento con especies nativas, se valoró positivo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente (**+3PIPD**) tanto para la flora en general como para las especies amenazadas y en peligro de extinción. La escombrera 7 se revegetaría con pasto que es su cobertura original, calificando dicho impacto como positivo, leve, permanente, irreversible, puntual y dependiente (**+1PIPD**), pero indiferente para las especies amenazadas o en peligro de extinción.

Escombreras con impactos de alta intensidadEscombreras 2 y 3**a. Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes y acopio y manejo de escombros**

Estas obras estarían localizadas en plantaciones forestales de laurel recientemente explotadas, ambas tienen quebradas cercanas que alimentan el caudal del tramo crítico y poseen franjas de bosque en sus márgenes. La preparación del sitio implicaría la eliminación de las plantaciones y la eventual deposición de sedimentos por erosión en los bosques riparios de las quebradas Sibon y Ribulus, al igual que en la plantación forestal circundante, dichos impactos se valoraron negativos, altos, temporales, reversibles, puntuales y dependientes (-3TRPD). El impacto negativo asociado a las especies amenazadas y en peligro de extinción presentes en los bosques y en las plantaciones sería de menor intensidad correspondiente a -2TRPD.

El acopio y manejo de escombros podrían causar la deposición accidental de sedimentos y escombros en los bosques riparios cercanos o en las plantaciones aledañas, dicho impacto se valoró negativo, moderado, temporal, reversible, puntual y dependiente (-2TRPD). De igual manera se calificó el impacto del acopio y retiro de material en la escombrera 3 que también serviría como sitio de acopio.

b. Cierre técnico

El cierre técnico se realizaría mediante reforestación natural y enriquecimiento con especies nativas, valorado como un impacto positivo, moderado, permanente, irreversible, puntual y dependiente (+2PIPD).

Escombreras con impactos de moderada intensidadEscombreras 1 y 5**a. Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes, acopio y manejo de escombros**

Las escombreras 1 y 5 estarían localizadas en potreros, pero tienen quebradas cercanas con franjas boscosas en sus márgenes, las cuales podrían ser afectadas por la deposición de sedimentos y escombros. Tal es el caso de la quebrada Guayacán con la escombrera 1 y una quebrada desconocida aguas abajo de la escombrera 5, que es afluente del río Siquirres. Por consiguiente el impacto negativo de estas actividades sería moderado, temporal, reversible, puntual y dependiente (-2TRPD). El impacto a algunas especies amenazadas y en peligro de extinción se calificó de intensidad leve.

b. Cierre técnico

Debido a que las obras ocuparían potreros en propiedad privada, éstas se revegetarían nuevamente con pasto, con un impacto positivo, leve, permanente, puntual y dependiente (+1PIPD). El efecto en las especies amenazadas o en peligro de extinción sería indiferente.

Escombreras 8, 9 y 10**c. Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes y acopio y manejo de escombros**

La preparación del sitio de estas obras provocaría la eliminación de zonas con charral-tacotal y plantación forestal de laurel muy rala y de bajo desarrollo, por lo tanto el impacto se calificó negativo de intensidad moderada, temporal, reversible, puntual y dependiente (-**2TRPD**) y la actividad de acopio y manejo de escombros causaría un impacto negativo, leve, reversible, puntual y dependiente (-**1TRPD**), debido a la posible alteración de la vegetación aledaña por la deposición involuntaria de escombros.

El impacto a las especies amenazadas y en peligro de extinción se calificó negativo, leve, reversible, puntual y dependiente (-**1TRPD**).

d. Cierre técnico

El cierre técnico consistiría en reforestación natural e enriquecimiento con especies nativas, fomentando un impacto positivo, moderado, permanente, irreversible, puntual y dependiente (+**2PIPD**).

Escombrera 13**a. Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes y acopio y manejo de escombros**

La escombrera 13 ocuparía un bosque secundario con parches de bosque intervenido ralo en la margen izquierda del río Reventazón cercano a la confluencia de la quebrada Lajas, en la zona de inundación del embalse.

La preparación del sitio implicaría la eliminación del bosque, sin embargo debido a que la mayor intensidad de este impacto ya fue contemplada en las actividades de limpieza y llenado del embalse, el impacto negativo de esta escombrera se calificó con menor intensidad en moderado, permanente, irreversible, puntual y dependiente (-**2PIPD**).

Escombreras con impactos de baja intensidadEscombreras 6, 11, 12 y 14**a. Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes, acopio y manejo de escombros**

Las escombreras 6 y 12 estarían localizadas en potreros con quebradas pequeñas sin vegetación arbórea. La número 6 posee una quebrada desconocida en el extremo oeste y en la 12 se encuentra la naciente de un brazo de la quebrada Tigre, por lo tanto los impactos negativos de estas actividades se valoraron leves, temporales, reversibles, puntuales y dependientes (-**1TRPD**).

La escombrera 11 se ubicaría en el tramo crítico, en la margen izquierda del río Reventazón enfrente a la confluencia de la quebrada Tres Amigos. El impacto valorado también en **-1TRPD** se daría por la afectación a pocos árboles aislados a la orilla del río Reventazón. Los impactos a las especies amenazadas o en peligro de extinción se calificaron indiferentes.

La escombrera 14 estaría ubicada en la zona de inundación del embalse, en la margen izquierda del río Reventazón, sobre un potrero con árboles aislados que colinda con la franja de vegetación arbórea a orillas del río Reventazón. El impacto en la escombrera 14 sería similar a las anteriores valoradas en **-1TRPD**.

b. Cierre técnico

Las escombreras 6 y 11 se reforestarían con especies nativas cuyo impacto se consideró positivo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente (**+3PIPD**). La 12 se revegetaría con pasto que es su cobertura actual, por lo tanto el impacto sería positivo, leve, permanente, puntual y dependiente (**+1PIPD**), sin embargo sería indiferente para las especies amenazadas. En la escombrera 14 por encontrarse en la zona de inundación dicho impacto sería indiferente.

Sitio de acopio La Palmita

a. Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes, acopio y manejo de materiales

El impacto de estas labores sería negativo pero leve, temporal, reversible, puntual y dependiente (**-1TRPD**) porque únicamente causarían la eliminación de pocos árboles aislados en el potrero que se afectaría.

b. Cierre técnico

Por ser un potrero alquilado, el cierre técnico implicaría la revegetación del sitio con su cobertura vegetal inicial, valorándose dicho impacto como positivo, de intensidad leve, permanente, irreversible, puntual y dependiente (**+1PIPD**).

Accesos con impactos severos

Camino 6 - Escombrera 4 a la toma

a. Conformación

La construcción de este acceso con una longitud de 1.5 km a través del parche boscoso de mayor extensión del área de influencia del Proyecto y con taludes de dimensiones considerables debido a la abrupta topografía de la zona, causaría un impacto muy negativo a la flora y a las especies amenazadas y en peligro de extinción, valorado como severo, irreversible, local y dependiente (**-4PILD**).

b. Utilización

El tránsito pesado y continuo de maquinaria y vagonetas con materiales y escombros causarían que el polvo alterara negativamente los procesos fisiológicos de las plantas del bosque contiguo, provocando un impacto de moderada intensidad, temporal, reversible, local y dependiente (**-2TRLD**).

Accesos con impactos de alta intensidad

Caminos 2, 5 y 13

a. Conformación

La quebrada Sibon transcurre paralela al camino 2 en un trecho de alta pendiente y también lo atraviesa en las cercanías de la escombrera 2, la ampliación de este acceso podría causar la eliminación parcial del bosque de esta quebrada y las especies amenazadas y en peligro de extinción asociadas, además de la eventual caída y deposición de sedimentos y materiales. Este impacto se calificó negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente (**-3PIPD**).

La construcción del camino 13 a la casa de máquinas produciría un impacto negativo con la misma valoración de **-3PIPD**, debido a la eliminación de aproximadamente 0.5 ha de bosque maduro de las márgenes de las quebradas Tres Amigos y Guayacán por la construcción de los puentes, además de la eliminación parcial de una plantación forestal de chanco blanco (*Vochysia guatemalensis*).

La construcción del camino 5 que uniría la escombrera 2 con la salida de los túneles de desvío, provocaría un impacto negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente (**-3TRPD**), por la eliminación de 0.3 ha de bosque ripario de la margen izquierda del río Reventazón, en el tramo crítico.

b. Utilización

En estos accesos la afectación por polvo a los bosques y a las plantaciones forestales aledañas, significarían un impacto negativo, leve, temporal, reversible y dependiente (**-1TRPD**).

A continuación casi todas las subsiguientes evaluaciones Debido a que este impacto negativo en la fisiología de la vegetación ocurriría con la misma valoración en intensidad, persistencia, reversibilidad, carácter espacial y dependencia en todos los caminos excepto uno, se decidió apuntarlo una sola vez, para no tener que repetirlo innecesariamente en cada una de las siguientes descripciones y valoraciones.

Es necesario aclarar que solamente en el camino 4 correspondiente a la ruta nacional 10, este impacto sería indiferente porque está asfaltada y no sería usada por vagonetas con escombros o materiales.

Accesos de impacto moderado

Caminos 1, 3, 14, 15 y 16

a. Conformación

La ampliación o construcción de estos accesos afectarían principalmente potreros y charrales y solamente bosques de pequeña a mediana extensión, por lo tanto el impacto negativo a la flora y a las especies amenazadas o en peligro de extinción se valora de intensidad moderada, permanente, irreversible, puntual y dependiente (**-2PIPD**). A continuación se detalla la afectación de cada uno de ellos.

El acceso 1 que une la ruta nacional 10 a la altura del poblado de El Coco con el plantel central del Proyecto, posiblemente alteraría el bosque cercano a la Quebrada Guayacán por la ampliación del puente y del mismo camino, una situación similar ocurriría con la quebrada Tres Amigos.

El acceso 3 que une la ruta nacional 10 para abajo de Alto Guayacán con el Sitio Lajas, afectaría únicamente un pequeño parche de bosque, una plantación forestal de chanco blanco (*Vochysia guatemalensis*) y algunos árboles aislados.

Las rutas de los acceso 14 al tanque de oscilación y 15 al vertedor transcurrirían por plantaciones forestales de laurel y su única afectación al bosque y a especies amenazadas y en peligro de extinción, sería la eventual deposición de sedimentos por erosión en los bosques de quebradas cercanas, como la naciente de la quebrada Sibon en las cercanías del tanque de oscilación.

La ampliación del acceso 16 a la escombrera 11, que transcurre paralelo a la línea férrea, atravesaría zonas de potreros con árboles aislados y eventualmente podría afectar la franja angosta de vegetación de la margen izquierda del río Reventazón, en el tramo crítico aguas abajo de la presa.

a. Utilización

En estos accesos la afectación por polvo a los bosques y a las plantaciones forestales paralelas, significarían un impacto negativo, leve, temporal, reversible y dependiente (**-1TRPD**).

Accesos de impacto moderado en la zona de inundación del embalse

Caminos 7, 8, 9, 10, 11 y 17

a. Conformación

La construcción de estos accesos afectaría mayormente zonas alteradas de charral-tacotal y potreros, asimismo bosques de pequeña extensión y franjas angostas de vegetación arbórea a orilla de ríos y quebradas. Por lo anterior el impacto negativo a la flora y a las especies amenazadas o en peligro de extinción, se valora de intensidad moderada y de carácter permanente e irreversible debido a que las zonas afectadas serían inundadas por el embalse, también sería puntual y dependiente (**-2PIPD**). A continuación se realiza una descripción por obra.

El camino 7 de la toma a la presa y el 8 que une la presa con los túneles de desvío, provocarían la eliminación de trechos de bosque maduro en la zona de inundación. Sin embargo gran parte del impacto por la afectación de este ecosistema ya se le atribuyó a la limpieza y llenado del embalse, por consiguiente el impacto de estos caminos se valoró con una menor intensidad.

El camino 9 que va de los túneles de desvío al sitio de préstamo de materiales Lajas, eliminaría parte de una plantación forestal de melina (*Gmelina arborea*) ya explotada, además de franjas angostas de vegetación arbórea en las márgenes de la quebrada Lajas y la margen derecha del río Reventazón.

Para los accesos 10 y 11 a los sitios de préstamo de materiales Carazo y Pascua en el cauce del río Reventazón, se eliminarían algunos tramos de potrero y franjas de vegetación arbórea en la margen derecha del mismo río y en las márgenes de las quebradas Carazo y Palomo. Para el acceso 17 al quebrador 2 se eliminaría charral-tacotal.

b. Utilización

La afectación por polvo debido al tránsito de maquinaria pesada y vagonetas con materiales y escombros se valoró negativo, leve, temporal, reversible y dependiente (-1TRPD).

Fauna terrestre y especies en peligro

Los impactos sobre la fauna terrestre están relacionados a la afectación total o parcial del hábitat, a la afectación del comportamiento en las actividades necesarias para su sobrevivencia como lo son la búsqueda de alimento, reproducción, desplazamientos migratorios y sitios de madriguera o nido. Se incluye en esta sección las afectaciones a las especies de fauna en peligro debido a que el tipo de afectaciones son iguales, solo que se requiere de una mayor atención y obligación de medidas si se trata de especies con una condición especial.

Dada la magnitud de la obra, los impactos son altos y severos para muchas de las actividades, por lo que se proponen medidas integrales que permitan una compensación o mitigación de las afectaciones a la fauna.

Embalse:

En la etapa constructiva, la limpieza de algunos sitios del área del embalse y la posterior inundación de estas áreas, serán una de las actividades de mayor impacto por la remoción de hábitat y el eventual desplazamiento de la especies.

Limpieza -4PIPD El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Llenado - 4 PILD El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, local y dependiente.

Presencia - 3 PIRD El impacto es negativo, alto, permanente, reversible, regional y dependiente.

Presa y Vertedero

Para la construcción de la presa y el vertedero se afectará un área importante que tiene cobertura boscosa, por lo que la pérdida de hábitat es un impacto alto. En el caso de la construcción de los estribos de la presa, se remueve totalmente el bosque y el sustrato.

Limpieza y excavación – **3 PIPD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Enrocado -**3 TRLI** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, local e independiente.

Obras civiles – **3 TRLD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Obras de Derivación

La construcción del túnel de desvío es la primera obra que se establece en ese sitio, por lo que es el impacto inicial de pérdida de hábitat y por lo tanto el que se valoró más alto.

Túnel de desvío: - **4PILD** El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, local y dependiente.

Túnel

El área del portal del túnel se ubica en una zona con cobertura de bosque, por lo que se valoró como un impacto alto por la pérdida de hábitat

Excavación del portal: - **3PRPD** El impacto es negativo, alto, permanente, reversible, puntual y dependiente.

Tanque de Oscilación

Implica la afectación de cobertura vegetal y pérdida de hábitat

Construcción: - **3PRPD** El impacto es negativo, alto, permanente, reversible, puntual y dependiente.

Tubería de presión

Para la excavación de la trinchera y construcción de la obra se afectará hábitat y se afectarán los movimientos de las especies para sus actividades básicas, se valoró como un impacto severo por cruzar las quebradas Guayacán y Tres Amigos, las cuales albergan una fauna terrestre importante, incluyendo especies amenazadas y en peligro de extinción.

Construcción – Limpieza de sitio y excavación. - **4PIPD** El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Obra civil y metalmecánica: - **3TRLD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Operación: Presencia y mantenimiento: - **3PILD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, local y dependiente.

Campamento y Fábrica de tubos

Esta es una zona con potreros, por lo que ya se encuentra alterada, sin embargo, existe un humedal y quebradas cercanas con cobertura vegetal, por lo que muchas especies utilizan estos potreros para movilizarse entre los parches de bosque y el humedal. El humedal es utilizado como sitio reproductivo por tortugas y ranas cuando se inician las lluvias, por lo que se deben tomar medidas para protegerlo.

Limpieza y movimiento de tierra: **-3PIPD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Construcción obra civil: **- 3PILD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, local y dependiente

Operación: **- 3PILD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, local y dependiente.

Área vehicular

Este impacto se valoró como severo, debido a que por la cantidad de maquinaria y a los diferentes tipo de vehículos que formarán el plantel, todavía no se ha decidido si se utilizará un solo lugar o se distribuirán en las diferentes obras, por lo que en función del principio de precaución, se le dio la valoración más alta para que independientemente de la localización se tomen las medidas correspondientes.

Limpieza de terreno: **- 4PIPD** El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Dispensador de combustible: **- 3TRPD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente.

Mantenimiento de vehículos: **- 3TRPD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente.

Sitio de préstamo aguas arriba

Limpieza de sitio: **-3PIPD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente

Extracción de materiales: **-3PIPD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Casa de máquinas

Por su ubicación en las cercanías de la confluencia de la quebrada Guayacán con el Reventazón, así como por la necesidad de realizar una excavación importante y un dique de protección, se considera el impacto en fauna terrestre como severo.

Dique de protección: **-4PIPD** El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Obra Civil (Casa máquinas y edificaciones producción): **-3TRPD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente.

Operación: Generación de energía: **-3PIRD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, regional y dependiente.

Línea de transmisión

Excavación y armado de bases: **-3TIPD** El impacto es negativo, alto, temporal, irreversible, puntual y dependiente.

Tendido de Cables: **-3TIPD** El impacto es negativo, alto, temporal, irreversible, puntual y dependiente.

Presencia de la línea: **-3PILD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, local y dependiente.

Escombreras

Escombrera 4.

Esta escombrera se ubica a la par de un bosque el cual es un área importante para especies grandes, aquí se observó una pareja de yaguarundi, dadas las características del bosque presentó una diversidad importante, por esta razón se disminuyó el área utilizable a las zonas que están sin cobertura, sin embargo, por la afectación que significaría el movimiento de maquinaria la actividad en general de la escombrera, se considera que desde el punto de vista de protección de la fauna terrestre, se debe programar su utilización para el final del proyecto y evitar el uso si no es estrictamente necesario.

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: **-4TRLD** El impacto es negativo, severo temporal, reversible, local y dependiente.

Acopio y manejo de escombros **-4TRLD** El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, local y dependiente.

Escombreras, 5,7,8,11

Estas escombreras se ubican en zonas de potreros, pero afectan drenajes y zonas de humedal por lo que tiene un impacto en las actividades y movimientos para reproducción y alimentación de las especies de fauna, por lo que el impacto se valoró como alto.

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: **-3TRLD**
El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Acopio y manejo de escombros: **-3TRLD**

El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Escombreras 13

Esta escombrera se ubica en un área con cobertura boscosa y que por su ubicación entre dos colinas ofrece condiciones de protección para la fauna, por lo que tiene un importante

diversidad, incluyendo una alta población de la rana venenosa *Dendrobates pumilio*. Debido a que esta escombrera se ubica en el área del embalse, se valoró el impacto con un valor menor ya que es una zona que va a ser afectada por otra actividad, sin embargo, siempre se cataloga como alto.

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: **-3 PIPD**

El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Accesos

Acceso1

Este es un son acceso existente que debe ser ampliado para permitir el paso de la maquinaria que se va a utilizar, por lo que es la conformación del acceso la actividad que inicialmente va a la fauna terrestre y en especial a las especies en peligro que habitan la Quebrada Guayacán.

Conformación para sp en peligro **-3TRPD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente.

Utilización **-3TRLD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Acceso 5

Este acceso existente será ampliado, además, tendrá un tránsito muy fuerte por lo que tanto la conformación como la utilización tendrán un impacto alto en la interconexión de corredores.

Conformación: **-3TRLD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Acceso 6, 15

Estos son accesos nuevos que cruzarán una zona que actualmente tiene cobertura de bosque, por lo que su construcción tendrá un impacto negativo en la fauna por pérdida de hábitat y afectación de movimiento.

Conformación: **-4TRLD** El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, local y dependiente.

Utilización: **-4TRLD** El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, local y dependiente.

Accesos 8-9-10-11-16-17

Este grupo de accesos son nuevos y romperán la unidad de las zonas con vegetación, su impacto es cuando se conforman, posteriormente quedarán inundados. Afecta la calidad de hábitat y los movimientos migratorios.

Conformación **-4TILD** El impacto es negativo, severo, temporal, irreversible, local y dependiente.

Acceso 13

Este acceso es nuevo y tiene gran pendiente, pasa la quebrada Guayacán, por lo que su impacto es alto en la conformación y su utilización. Afecta el hábitat ripario.

Conformación **-4PIPD** El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Utilización: **-3PIPD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Fauna acuática

Fragilidad del Ambiente Acuático

Por ahora la cuenca del río Reventazón ha amortiguado los impactos ocasionados por las dos represas dentro de los cuales el impacto más grave producido es el desembalse periódico de sedimentos y la pérdida de continuidad del río, se desconocen los efectos causados por la contaminación por plaguicidas en la cuenca baja, media y alta.

Se conoce que existe contaminación por metales pesados, sin embargo el río permanece con una gran diversidad gracias a la gran cantidad de agua aportada por la precipitación pluvial y la conexión existente con otros grandes ríos.

El ecosistema acuático puede parcialmente recuperarse de los efectos producidos por la construcción de obras y la operación de la futura planta hidroeléctrica. Otros cambios serán irreversibles como sería el cambio de ambiente lótico a ambiente léntico en la sección del embalse. El P.H. Reventazón elimina por completo una sección del río en los 8 kilómetros de longitud que tiene el embalse. Es el hábitat particular de los peces bobo adultos con fondos de cantos rodados cubiertos de algas. Aunque se busque la manera de “subir” los peces al embalse, este tipo de hábitat ya se perdió en ese tramo.

La desaparición de hábitat acuáticos trae como consecuencia la desaparición localizada de especies que requieren corrientes y fondos rocosos como el bobo ***Joturus pichardi***, el tepemachín ***Agonostomus monticola***, el chupapiedras ***Sicydium altum*** y el trepapiédras ***Gobiesox nudus***.

Por otro lado se produce un efecto de “sustitución” pues el embalse alojaría en sus aguas peces como el guapote ***Parachromis dovii*** y otras mojarra. Las tilapias (introducidas) ***Oreochromis niloticus*** y ***Tilapia spp*** son especies que dominan rápidamente un embalse desplazando especies autóctonas. Esto último debe considerarse un impacto producido por el P.H. Reventazón y es un impacto que debe mitigarse. El control de peces como la tilapia requerirá de “siembras” periódicas de peces nativos (otros animales como nutrias y cocodrilos podrían servir) que las controlen al menos en parte.

Embalse:

El cambio del ecosistema del río, caracterizado por un ambiente lótico a un ambiente léntico, es un impacto de gran magnitud que implica un cambio completo de la comunidad biótica, este impacto se inicia desde el llenado del embalse hasta su presencia.

Llenado – **4 PILD** El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, local y dependiente.

Mantenimiento – 4 PRRD

El impacto es negativo, severo, permanente, reversible, regional y dependiente. Presencia - **4 PIRD** El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, regional y dependiente.

Presa y Vertedero

La construcción de la obra implica una excavación de gran magnitud y un movimiento de millones de metros cúbicos de material, por lo que los impactos para el sistema acuático son de la máxima magnitud. Adicionalmente, la presencia de la presa somete el sector aguas abajo de la misma a un nivel de estrés por falta de agua. Como se comentó en la sección de ecosistemas frágiles, este impacto es regional debido a que el impacto se traslada hasta la desembocadura debido a que no hay afluentes que contribuyan con una cantidad de agua importante.

Limpieza y excavación – **4 PIRD** El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, regional y dependiente.

Enrocado -**4 PIRD** El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, regional y dependiente.

Obras civiles – **4 TRRD** El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, regional y dependiente.

Presencia: - **4 PIRD** El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, regional y dependiente.

Obras de Derivación

Para construir la presa es necesario desviar el río de su curso, secando e inhabilitando en forma permanente una sección del río. Este impacto es de la máxima magnitud.

Ataguía y Contra-ataguía: - **4TRRD** El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, regional y dependiente.

Túnel de desvío: - **4TRRD** El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, regional y dependiente.

Operación como desvío: - **4PIRD** El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, regional y dependiente.

Túnel

El riesgo de afectación al sistema acuático está relacionado a la afectación de la calidad de agua de quebradas cercanas al portal del túnel debido al movimiento de tierra proveniente del túnel.

Excavación subterránea: - **3TRLD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Tubería de presión

La afectación está relacionada a la pérdida de calidad del agua de las quebradas que serán atravesadas por la tubería de presión y al movimiento de sedimentos de la construcción de la trinchera.

Construcción – Limpieza de sitio y excavación - **4PIPD**

El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Obra civil y metalmecánica: - **3TRLD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Campamento y Fábrica de tubos

La afectación está relacionada a la pérdida de calidad del agua de las quebradas cercanas a la obra y las consecuencias en el ecosistema acuático.

Limpieza y movimiento de tierra: - **4PILD** El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, local y dependiente.

Construcción obra civil:- **3PILD**

El impacto es negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente.

Operación: - **3PILD**

El impacto es negativo, alto, temporal, irreversible, local y dependiente.

Área vehicular

Este impacto se valoró como severo, debido a que por la cantidad de maquinaria y a los diferentes tipo de vehículos que formarán el plantel, todavía no se ha decidido si se utilizará un solo lugar o se distribuirán en las diferentes obras, por lo que en función del principio de precaución, se le dio la valoración más alta para que independientemente de la localización se tomen las medidas correspondientes. Limpieza de terreno: - **4PIPD**
El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Dispensador de combustible: - **3TRPD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente.

Mantenimiento de vehículos: - **3TRPD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente.

Sitio de préstamo aguas arriba

Esta actividad es muy impactante porque remueve el lecho del río, sin embargo, por tratarse del área que va a formar parte del embalse, se calificó el impacto en una menor magnitud.

Limpieza de sitio: -**3PIPD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Extracción de materiales: -**3PIPD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Casa de máquinas

Por su ubicación en las cercanías de la confluencia de la quebrada Guayacán con el Reventazón, así como por la necesidad de realizar una excavación importante y un dique de protección, se considera el impacto en el sistema acuático como severo en la etapa constructiva y alto en la etapa de operación.

Limpieza del sitio y excavación - **4TIPD**

El impacto es negativo, severo, temporal, irreversible, puntual y dependiente.

Dique de protección: -**4PIPD**

El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Obra Civil (Casa máquinas y edificaciones producción): -**3TRPD**

El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente.

Obras electromecánicas: -**3TRPD**

El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente.

Operación: Generación de energía: -**3PIRD**

El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, regional y dependiente.

Escombreras

El depósito de los materiales que salen de las excavaciones debe ser depositado en sitios que reúnan características particulares para que su manejo sea factible durante todo el año, sin embargo, dada la topografía de la zona, algunos de los sitios que reúnen estas características coinciden con el nacimiento de quebradas o con drenajes importantes, por esta razón, se valoraron con un alto impacto o severo aquellos sitios que pueden afectar los cauces de agua.

Escombreras 1,3

Ubicadas en las cercanías de quebradas con alto riesgo de afectación del sistema de drenaje, requiere medidas de manejo cuidadosas para no afectar el sistema acuático.

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: -**3TRLD**

El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Acopio y manejo de escombros: -**3TRLD**

El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Escombreras 4,7,8

Ubicadas en zonas de recarga, nacientes y drenajes importantes. Por su alto impacto se recomienda no utilizarlas o programar su utilización para el final del proyecto, de tal manera que se utilicen en última instancia. En el caso de la escombrera 4 se recomienda no utilizarla del todo por ubicarse sobre la naciente de la Quebrada Tres Amigos, la cual es una de las quebradas que quedará conectada al sistema natural del Río Reventazón y desagua en el tramo crítico.

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: **-4TRLD**

El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, local y dependiente.

Acopio y manejo de escombros: **-4TRLD**

El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, local y dependiente.

Cierre técnico: **-4TRLD**

El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, local y dependiente.

Escombrera 5

Se ubica muy cercana a una naciente que drena hacia el río Pacuare. Se debe programar su utilización para el final del proyecto evitando su uso al menos que sea estrictamente necesario.

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: **-4TRLD**

El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, local y dependiente.

Acopio y manejo de escombros: **-4TRLD**

El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, local y dependiente.

Escombrera 11

Tiene riesgo de afectar las corrientes de agua, sin embargo, con un adecuado manejo de sedimentadores y drenajes puede ser utilizada.

Preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes: **-3PILD**

Acopio y manejo de escombros: **-3PILD**

El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, local y dependiente.

Accesos

Acceso1

Este es un son acceso existente que debe ser ampliado para permitir el paso de la maquinaria que se va a utilizar, por lo que es la conformación del acceso la actividad que puede afectar la calidad del agua y el sistema acuático. En especial la Quebrada Guayacán.

Conformación **-3TRPD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, puntual y dependiente.

Acceso 5

Este es un acceso existente que debe ser ampliado, hay un alto riesgo de afectar la calidad de las aguas y el sistema acuático.

Conformación: **-4TRLD** El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, local y dependiente.

Acceso 6, 15

Estos son accesos nuevos que cruzarán una zona que actualmente tiene cobertura de bosque, drenajes importantes.

Conformación: **-3TRLD** El impacto es negativo, alto, temporal, reversible, local y dependiente.

Accesos 8-9-10-11-16-17

Este grupo de accesos son nuevos y cercanos a la margen del río. Por escorrentía pueden tener un alto impacto en la calidad de las aguas y el sistema acuático.

Conformación - **4TILD** El impacto es negativo, severo, temporal, irreversible, local y dependiente.

Utilización - **4TRRD** El impacto es negativo, severo, temporal, reversible, regional y dependiente.

Acceso 13

Este acceso es nuevo y tiene gran pendiente, pasa la quebrada Guayacán, por lo que su impacto es alto en la conformación y su utilización. Afecta el hábitat ripario

Conformación **-4PIPD** El impacto es negativo, severo, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Utilización **-3PIPD** El impacto es negativo, alto, permanente, irreversible, puntual y dependiente.

Uso la tierra

Las obras asociadas al P.H. Reventazón generan cambios permanentes en el uso de la tierra. En la mayoría de los casos la afectación directa es muy localizada y relacionada con la fase constructiva de las obras civiles. El impacto más relevante a nivel general está relacionado con la pérdida de tierras de uso agropecuario o con recursos naturales de alto valor. Pero por otro lado la presencia del mismo proyecto representa un impacto positivo y significativo a nivel nacional.

Fase de construcción

Los impactos más importantes sobre el uso de la tierra para las diferentes obras se darán durante la fase constructiva del proyecto. Es durante ese momento que algunos usos naturales o productivos de la zona experimentarían un cambio temporal en algunos casos, y en la mayoría permanente para dar paso a la construcción de las obras civiles asociadas al P.H. Reventazón.

Por la magnitud del cambio en el uso de la tierra que sufrirían las futuras áreas asociadas al embalse, a la presa, el vertedero y la tubería de presión, se podría considerar como un impacto alto, permanente, irreversible, localizado a las áreas de las obras y de un carácter dependiente por los cambios en las actividades productivas de los propietarios afectados

y a los ecosistemas naturales presentes (**-3PILD** en el embalse y **-3PIPD** en el resto de las obras).

En cuanto a las obras de derivación, el túnel, el tanque oscilación, el área de campamento y vehicular, el sitio de préstamo, la casa de máquinas, la subestación y la línea de transmisión, en todas se prevé que generarían un impacto negativo moderado y muy localizado, principalmente por los sitios donde se ubicarán las obras. También será de carácter permanente e irreversible. Otro aspecto en este impacto es su potencial de encadenamiento o dependencia, relacionándose con las actividades productivas y con los ecosistemas naturales existentes (**-2PIPD**).

Otro cambio a considerar en el uso de la tierra son los sitios de escombreras, los cuales en general presentan un cambio de uso que comienza desde la preparación del sitio y culminaría con el cierre técnico. Los sitios propuestos actualmente corresponden a potreros que temporalmente serán utilizados para la colocación de los escombros, que por el tipo de impacto se puede considerar como reversibles y de carácter muy puntual. El encadenamiento de los cambios en el uso de la tierra se relaciona con las actividades productivas que ahí se desarrollan actualmente.

El impacto previsto por la ampliación de caminos y la creación de nuevos en el área de proyecto, se podría considerar como leve a moderado por el cambio en el uso de la tierra. La gran mayoría corresponden a caminos internos existentes, por lo no se afectará las condiciones actuales. Como es el caso de los caminos del 1 al 5, el 12 y el 16. Además, estos mismos no se verán afectados por el embalse durante la fase de llenado. Los accesos nuevos, como los del 6 al 11 y del 13 al 15 y el 17 producirían un cambio en el uso por la pérdida permanente de algunas áreas con reforestación y en menor cantidad de bosque. En el caso del grupo de accesos del 6 al 11 y el 17 se verán afectados posteriormente por la presencia del mismo embalse, por lo que su permanencia será temporal. Mientras que del 13 al 15 los accesos nuevos no se verán afectados por el futuro embalse (**-1TRPD**).

Fase de operación

Por otro lado, la presencia misma del futuro embalse y de las obras asociadas para la generación de electricidad, tendrán un impacto positivo a nivel regional. Esto por la operación a nivel nacional de una nueva planta que abastecerá de electricidad al actual sistema eléctrico nacional y a su vez minimizar el consumo de hidrocarburos para la producción de electricidad. No se prevé impactos negativos durante la fase de operación del proyecto. La mayoría de las afectaciones se concentran en la fase de construcción en cuanto al uso de la tierra (**+4PIRD**).

10.5.3 Impactos socioeconómicos

La identificación de impactos del proyecto se inició haciendo un repaso de la literatura existente relacionada con la evaluación de impacto social de represas. De especial atención fue el documento de Sadler et al (2000) para la Comisión Mundial de Represas.

En este documento, se explica la diferencia entre impactos y procesos sociales, y llama la atención a la confusión que normalmente se da en la evaluación de impactos con respecto a los mismos.

Según Vanclay, uno de los co-autores existe una confusión en la literatura debido a la falta de distinción entre procesos de cambio social e impactos sociales causados por un proyecto hidroeléctrico. Un impacto es una experiencia (ya sea real o percibida) de un individuo, familia u hogar, comunidad o sociedad. La reubicación de una comunidad no es un impacto, es un proceso de cambio social que causa impactos tales como la ansiedad y el estrés, incertidumbre, disrupciones a la vida cotidiana y cambios en la estructura familiar. De manera similar una población creciente o decreciente y la presencia de trabajadores estacionales no son impactos si no procesos que causan impactos que causan otros impactos como el colapso del tejido social, cambios en las percepciones de los residentes acerca de su comunidad y estrés sobre la infraestructura comunal.

Sadler et al (2000) también hacen énfasis en los temas claves de la evaluación de impacto social para represas, y en la importancia de prestarles especial atención a estos temas. De los temas más importantes señalados por Vanclay y que se vinculan con el P. H. Reventazón:

-Reubicación de poblaciones: Esto se refiere a la inundación de las casas en donde vive la gente. También está relacionado con temas como la pérdida de terreno agrícola, y la relación entre las personas reubicadas y la comunidad 'anfitriona' a donde serán reubicadas. En el caso particular de Reventazón, no habrá reubicaciones pero sí habrá pérdida de terreno agrícola por lo que se considera un tema relevante.

-Falta de comprensión de la verdadera naturaleza social y cultural de muchos impactos: Los ingenieros normalmente se han preocupado del bienestar material y el estándar de vida físico de las personas, relegando a un segundo plano el ligamen que tienen las personas con sus ancestros, con una casa en particular, etc. El mejorar el estándar de vida de las personas normalmente lleva a procesos que luego causan impactos porque estos son facilitados por el estándar de vida. Las mejoras en el transporte y calles normalmente llevan a la desintegración comunal debido al incremento en el contacto con el mundo 'exterior'. Esto a la vez puede llevar a la pérdida de idiomas, culturas, habilidades en el arte y música, etc.

-Vulnerabilidad de ciertos grupos o comunidades: Las represas en zonas muy apartadas pueden afectar a ciertos grupos indígenas o minorías étnicas. La reubicación de estos grupos puede tener impactos sociales y psicológicos mucho más fuertes sobre estas personas que sobre otros grupos sociales. Estrategias de desarrollo social cooperativo o aislamiento total y separación, se deben establecer por medio de la negociación desde un principio.

-Integración de los impactos sociales y biofísicos: En los países en desarrollo en especial, las personas están muy interconectadas con el ambiente físico. Los cambios en la calidad del agua y el flujo de los ríos pueden tener impactos sociales considerables. Todos los impactos biofísicos se experimentan, eventualmente, como impactos sociales. Por ejemplo, en países tropicales, la presencia en el agua de muchos organismos vectores de enfermedades es considerable, lo que puede acarrear impactos en la salud debido a los desarrollos de represas.

Como referencia básica para el proceso de identificación de impactos, se utilizó el cuadro 10.5.3, realizado por Sadler et al (2000), en el cual se hace una lista de impactos que como menciona este autor “es definitiva” (Sadler et al 2000). A pesar de que los impactos son finitos y definitivos, la cantidad y complejidad de procesos que desencadenan sí son infinitas. El cuadro 10.5.4 muestra una lista de procesos posibles.

Cuadro 10.5.3
Lista definitiva de impactos

Individual y a nivel de hogar	Comunidad y nivel institucional
1. Muerte, muerte de un familiar 2. Arresto, encarcelamiento, detención, tortura, intimidación, u otro abuso de los derechos humanos infligidos sobre un individuo 3. Disponibilidad reducida de comida y nutrición adecuada 4. Reducción en el control de la natalidad (disponibilidad reducida de métodos anticonceptivos, des-empoderamiento del género para tomar decisiones acerca del control de la natalidad) 5. Nivel reducido de la salud y la fertilidad (habilidad para concebir) 6. Reducción en la salud mental, incremento en el estrés, ansiedad, alienación, apatía, depresión. 7. Incertidumbre acerca de los impactos, posibilidades de desarrollo, acerca de la vida propia como resultado del cambio social. 8. Pérdida de aspiraciones acerca del futuro propio y de los hijos 9. Reducción concreta en la seguridad propia, incremento en la exposición a riesgos 10. Sentimiento de estigmatización y ‘etiquetas’ 11. Cambio en la calidad de vida, bienestar subjetivo, autoestima, autoimagen 12. Cambio en la calidad de vida y	1. Muerte de personas en la comunidad 2. Violación de los derechos humanos, libre expresión 3. Cambio en la calidad de la infraestructura física (suministro de agua, alcantarillado, servicios y electricidad/teléfonos) 4. Cambio en la calidad de la infraestructura social de la comunidad, salud, seguridad social, educación, bibliotecas, etc. 5. Cambio en la calidad de las viviendas 6. Incremento en la carga de trabajo de instituciones, gobierno local, entes reguladores 7. Decremento en la integridad cultural (continuación de la cultura local, tradiciones, rituales) 8. Pérdida de derechos sobre y acceso a recursos 9. Alteración de, u otra influencia negativa sobre, el patrimonio cultural, arqueológico, o histórico. 10. Pérdida del idioma o dialecto 11. Irrespeto a la cultura 12. Cambio en la inequidad (económica, social, cultural) 13. Incremento en la preocupación acerca de la justicia social en temas relacionados con las minorías o grupos indígenas 14. Cambio de las relaciones entre géneros a nivel de la comunidad

nivel económico. 13. Cambio en la situación económica, nivel de ingreso, valor de la propiedad 14. Decremento en la autonomía, independencia, seguridad de poder suplir necesidades 15. Cambio en el estatus o tipo de empleo, o convertirse en desempleado 16. Cambio en las oportunidades ocupacionales, diversidad potencial, flexibilidad en el empleo. 17. Escándalo moral, blasfemia, confrontación religiosa, violación de sitios sagrados 18. Molestia (objeción/oposición) al proyecto, NIMBY (no en el patio de mi casa) 19. Insatisfacción debido a la incapacidad del proyecto a cumplir con las expectativas 20. Molestias (polvo, ruido, extraños, más personas) 21. Disrupción a la vida cotidiana, estilo de vida (tener que hacer las cosas de manera diferente) 22. Cambio en la calidad ambiental para la recreación 23. Reducción en el sentimiento de comunidad, cohesión comunal, integración 24. Pérdida de identificación con la comunidad 25. Cambio en la actitud hacia la comunidad local, nivel de satisfacción con el vecindario 26. Disrupciones a las redes sociales 27. Alteración en la estructura familiar, estabilidad familiar, divorcios 28. Incrementos en la violencia familiar 29. Deterioro de la relaciones entre géneros dentro del hogar 30. Cambios en los valores	15. Cambio en la prosperidad económica 16. Incremento en la dependencia, reducción en la autonomía, reducción en la diversidad, reducción en la viabilidad comunal 17. Cambio en el desempleo en la comunidad 18. Pérdida de otras opciones (costo de oportunidad) 19. Incremento real en el crimen 20. Incremento real en la violencia 21. Incremento en la tensión social, conflicto o divisiones serias dentro de la comunidad 22. Incremento en la corrupción, decremento en la credibilidad o integridad del gobierno 23. Decremento en el nivel de participación de la comunidad en la toma de decisiones, pérdida de autonomía 24. Impacto sobre valores sociales acerca del patrimonio y la biodiversidad
--	---

culturales	
31. Percepción deteriorada acerca de la salud personal, la seguridad, riesgo y temor al crimen	
32. Cambio en las oportunidades de distracción	
33. Cambio en la calidad de vivienda	
34. Reducción en el sentimiento de 'hogar'	
35. Incremento en la densidad y hacinamiento	
36. Cambio en la calidad estética, visión, impactos visuales	
37. Incremento en la carga de trabajo, cantidad de trabajo necesaria para sobrevivir y vivir razonablemente	

Fuente: Sadler et al (2000)

Con respecto a este cuadro, se debe aclarar que el autor menciona aquí, de manera exhaustiva, todos los impactos que podrían surgir a raíz de proyectos hidroeléctricos. Sin embargo, lo hace de manera general por lo que no todos los proyectos van a causar todos estos impactos con la misma intensidad y en todas las circunstancias.

Qué impactos sucederán y con qué intensidad dependerá del contexto del proyecto, el tipo de poblaciones que se encuentran en su área de influencia, la magnitud del proyecto, el nivel de desarrollo humano y social de las comunidades, y otro sin número de factores que harán que cada proyecto tenga sus especificidades.

En el caso del P.H. Reventazón, el grupo de especialistas, utilizando la información recopilada en el diagnóstico, las visitas de campo y las reuniones comunales, hizo una selección de los impactos más relevantes para este proyecto en particular.

Cuadro 10.5.4
Lista parcial de procesos sociales

Procesos demográficos -Incrementos en el tamaño de la población (inmigración) -Decrementos en el tamaño de la población (emigración) -Presencia de extraños (diferencias culturales reales o percibidas) -Presencia de trabajadores de construcción -Presencia de residentes estacionales -Presencia de visitantes de fin de semana -Presencia de turistas -Reubicación (involuntaria) -Migración rural-urbana -Migración urbana-rural Procesos económicos -Conversión de actividades económicas -Conversión del uso de la tierra -Diversificación de actividades económicas -Incrementos en la producción de comida -Decrementos en la producción de comida -Empobrecimiento -Inflación -Fluctuación de la moneda local -Incrementos en la actividad económica -Decrementos en la actividad económica -Concentración de la actividad económica (dependencia de una única actividad económica) -globalización (incorporación de lo 'local' en lo global)-producción de turismo dirigida al mercado global	Procesos institucionales Globalización (incorporación de lo local en lo global) pérdida de autonomía en la toma de decisiones a nivel local Cambios en la tenencia de la tierra Institucionalización y burocratización Procesos políticos Democratización Concentración del poder en una élite (urbana) Pérdida de autonomía política a nivel de comunidad Procesos socio-culturales Globalización (incorporación de lo local en lo global) pérdida de identificación cultural; macdonalización, desarrollo estilo Coca-Cola, Hegemonía cultural Emancipación y empoderamiento (el proceso de facilitar la integración de grupos en desventaja de la sociedad civil) Marginación y exclusión (el proceso de crear grupos marginales en la sociedad, que como resultado se les niega acceso el acceso a servicios). Segregación (el proceso de crear diferencias sociales dentro de una comunidad) Otros procesos Prostitución
---	--

Proceso geográficos -Crecimiento urbano sin planificación -Urbanización -Incremento en el transporte y acceso rural -División física (como la causada por caminos grandes)	Alcohol excesivo y drogadicción Apostar Comportamiento riesgoso Resentimiento Oposición Ruido Contaminación (air y agua) Polvo Basura Tráfico Vandalismo y grafiti Activismo
---	---

Fuente: Sadler et al (2000)

Utilizando la lista definitiva de impactos, cada especialista agrupó por factor los impactos dentro de esa lista que se consideraban eran relevantes para ese factor. Se trató de mantenerse siempre dentro de esta lista ya que está debidamente justificada y avalada por la literatura de Evaluación de Impacto Ambiental. También se tomaron en cuenta los temas claves que menciona Sadler et al (2000) y que merecen especial atención en cualquier proceso de evaluación ambiental de represas.

En varias sesiones multidisciplinarias, cada especialista expuso su lista de impactos y justificó la elección que había realizado. Los demás especialistas dieron sus puntos de vista y se llegó a un acuerdo grupal acerca de los impactos más relevantes por factor.

A continuación se hace una lista de los impactos más relevantes por factor, las obras/actividades del proyecto que los causan, los procesos que desencadenan, y las comunidades más afectadas por estos impactos. Cuando es del caso, se mencionan supuestos que se han hecho para llegar a las conclusiones del caso.

Uso de la tierra

Desde una perspectiva o dimensión puramente social, los impactos identificados sobre el uso de la tierra, son los siguientes:

- Las condiciones de la tierra no vuelven a ser iguales.
- Modificación en el paisaje actual
- Cambio en el uso del territorio de actividades productivas familiares o empresariales

Construcción

La actividad más impactante sobre este elemento se da a partir del llenado del embalse, una vez terminada la construcción de la presa así como las obras necesarias para la producción y transmisión de energía. Al tratarse de un área de aproximadamente 1800 hectáreas de embalse y otras obras asociadas al proyecto, se notará el impacto en el uso actual que se le da a la tierra. En la actualidad es frecuente ubicar territorios dedicados a agricultura y ganadería, de subsistencia y comercial, asimismo se dedican tierras a actividades forestales, de protección y para fines turísticos o recreativos como el caso del rafting. Es importante mencionar que la evaluación ambiental sobre este elemento denota

que sobre el área del embalse, el impacto será altamente negativo, permanente, irreversible y dependiente o encadenado (**-4PILD**), mientras que para el resto de las obras la evaluación otorgada dice que los impactos serán negativamente moderados, permanentes, irreversibles, con un alcance local y dependientes. (**-2PILD**).

La percepción de estos impactos se dará de manera predominante en el AID del proyecto. Se tiene claro que la construcción del proyecto, implica que las actividades sociales y productivas (principalmente las de índole económico) no podrán desarrollarse en las áreas donde se construirán obras asociadas al P.H. Reventazón.

Operación

Relacionado con la etapa anterior, la formación del embalse producirá cambios al recurso estético natural de la zona. El almacenamiento ó acumulación de agua para efectos de la generación eléctrica en un embalse, la modificación en el uso de la tierra en esa obra concreta, ha significado una oportunidad para las comunidades y las empresas dedicadas al turismo en muchos proyectos hidroeléctricos. Esto debido a que el lago que se forma, se convierte en un recurso visual atractivo para la creación de actividades socio-productivas como la apertura de restaurantes y oficinas de turismo rural que exploten la modificación que se le dará al uso de la tierra.

Así mismo, como se mencionó anteriormente, en la etapa operativa no se visualiza la recuperación de tierras del área del proyecto para los usos que actualmente se hacen de las mismas. Durante la etapa de operación, se valoran los impactos como negativamente moderados, permanentes, irreversibles, con un alcance local y dependientes. (**-2PILD**).

El impacto identificado sobre la tenencia de la tierra a nivel comunal, es:

- Pérdida de derechos sobre la tierra.

Construcción y operación

Como ya ha sido mencionado en la descripción del proyecto, el P.H. Reventazón requiere de 1.800 hectáreas en total para su construcción. En la actualidad, esta cantidad de hectáreas se dividen en aproximadamente 100 poseedores ó propietarios según pudo detallarse en el capítulo 9, concretamente en el apartado 9.2 relacionado con la tenencia de la tierra. Por tal motivo, el ICE tiene como una tarea ineludible, la compra de dicha cantidad de tierras y por ende, el contacto personalizado con cada uno de los propietarios y poseedores de las fincas que componen las distintas áreas de interés, a fin de lograr puntos de coincidencia y acuerdos que permitan la compra total de tierras.

Conforme el proceso de compra vaya avanzando, los actuales propietarios /poseedores irán perdiendo los derechos sobre las fincas, en la medida que la institución les compre sus fincas. Al darse la paulatina salida de los actuales dueños de las tierras, las redes sociales se pueden ver modificadas en tanto, algunas de estas personas pueden decidir dejarse el dinero con el que se les compró las tierras, y no comprar más en zonas aledañas, o bien, comprar tierras en otras comunidades y migrar en función de estar más cerca de su futura finca.

Debido a esto, existe un riesgo asociado a la pérdida sobre los derechos sobre la tierra, en tanto puede verse debilitado el tejido social que conforma cada una de las

comunidades que se ven involucradas en el proceso de compra de tierras, más aún, cuando ya se ha puesto en evidencia en el capítulo 9, respecto a la situación débil de éstas comunidades en cuanto a su conformación, a partir del cierre del ferrocarril en el año 1995. La evaluación otorgada a este elemento denota un impacto negativo severo, permanente, irreversible, local y dependiente (**-4PILD**). El impacto en este elemento se iniciará a percibir durante la etapa constructiva, no obstante se concretará aún más durante la etapa de operación del P.H. Reventazón.

Características de la población

Cotidianidad y características demográficas de la población

Los impactos identificados sobre la cotidianidad de las comunidades, son los siguientes:

- Molestia por presencia de más personas.
- Cambios en la vida cotidiana (tener que hacer las cosas diferente).
- Reducción en el sentimiento de comunidad, cohesión comunal, integración.
- Modificación en las relaciones comunales.
- Incertidumbre acerca del futuro de la comunidad en relación con el proyecto.
- Cambios en la actividad económica familiar

Impactos sobre las características demográficas de la población

- Reducción en el control de la natalidad (disponibilidad reducida de métodos de control de la natalidad)
- Cambio en la densidad de población

Construcción

Un proyecto que implica una fuerte inversión monetaria y de tiempo como el P.H. Reventazón, tanto en su etapa de factibilidad (con la presencia de distintas cuadrillas y equipos de profesionales y técnicos), así como en la etapa constructiva (en esta será aún más evidente la presencia de personas externas a la comunidad que durante la etapa de factibilidad), modifica de manera inevitable las relaciones comunales que antes podían darse, así como la cotidianidad de las comunidades ubicadas en el AID principalmente.

Existe la probabilidad que ese cambio en la cotidianidad sea percibido por múltiples factores, como la presencia de más personas circulando y estableciendo relaciones no buscadas por las personas de la comunidad, así como las modificaciones de ruido por el uso de maquinaria y por la circulación vehicular requerida para el traslado de materiales y de personal a los distintos frentes de trabajo.

Así mismo, de manera “encadenada” con estos impactos, se ubica que, al darse una proceso fuerte de compra de tierras por parte de la institución, varias de las familias dueñas de estas tierras tendrán que modificar su cotidianidad en función de la pérdida de su espacio vital (si bien hay un proceso de avalúo y compra de terrenos, este no compensa la parte emocional vinculado a la historia de vida que une a los dueños con sus terrenos). De esta manera, puede verse como el impacto sobre la pérdida de derechos sobre las tierras, traerá un impacto sobre la cotidianidad en las familias, al no poder hacer su uso cotidiano de las fincas, como actualmente lo hacen, ya que, aún cuando compren terrenos en otros sitios, tendrán que pasar un tiempo de adaptación y apropiación del espacio de acuerdo a sus costumbres y a sus requerimientos.

Otro aspecto modificador de la cotidianeidad, se refiere al aumento demográfico por la llegada de profesionales, técnicos y trabajadores especializados para distintas obras, como por ejemplo, personal especializado para la excavación de túneles y otras obras asociadas al proyecto. Si bien el ICE construye un campamento para darle hospedaje y alimentación a su personal, así como las oficinas mismas del proyecto, algunas obras y actividades requieren la contratación externa de servicios que también implica la llegada de personas externas a las comunidades más aledañas, al área del proyecto, debido a que para este segmento de personas que se vincularán de manera directa con el proyecto, no se les puede brindar ningún servicio de hospedaje ni alimentación y deben recurrir a las comunidades más próximas para ubicarse, comprar y construir o bien alquilar para vivir cerca de su sitio de trabajo durante la etapa constructiva. Eventualmente, hay casos de personas que una vez que logran adaptarse a las condiciones del medio, no tienen problema de quedarse viviendo en la zona, lo cual en el mediano y largo plazo aumentará la cantidad de población propia de la zona.

A raíz de lo anterior, se dan modificaciones en el sentido de pertenencia a las comunidades, una reconfiguración social y emocional del “nosotros” como comunidad, en la medida que se da la interacción diaria con “personas de afuera”.

Otro posible impacto a tomar en cuenta es que los proyectos hidroeléctricos de estas características, requieren una cantidad de mano de obra masculina mayor a la femenina, por lo cual, los procesos de inmigración a las comunidades aledañas son mayoritariamente de hombres. En varias ocasiones se ha dado el caso que este grupo de varones, en sus ratos de ocio y esparcimiento, establecen relaciones con mujeres de la zona. Con el tiempo, estas relaciones puede llegar a avanzar y se dan los noviazgos y matrimonios, no obstante, también se da un aumento de madres solteras en las comunidades, cuando no se establecen relaciones formales y los trabajadores, a sabiendas que su estancia en la zona es temporal, solo asumen la responsabilidad de paternidad que les confiere la ley, no obstante, los lazos afectivos y de formación que implica una paternidad responsable se ausentan por completo en el crecimiento de los niños y niñas que resultan estas relaciones surgidas a partir del proyecto.

En términos generales, los impactos asociados a la afectación al elemento “cotidianeidad”, son considerados como severos, permanentes, irreversibles, locales y dependientes, **(-4PILD)** en cuanto a la presa y el embalse se refiere. Otras obras tienen menor impacto, como el túnel, las obras de desvío, la tubería de presión, casa de máquinas y la subestación, las cuales son consideradas en su mayoría como actividades que producen alto impacto negativo, de manera temporal, impactos reversibles en el tiempo, de carácter local y dependientes **(-3TRLD)**.

Operación

La institución, desde que inicia estudios de campo en las etapas de pre-factibilidad y factibilidad, se convierte en un “nuevo vecino” de las comunidades del AID. No obstante, es en la etapa constructiva, que se nota de manera más intensiva la presencia institucional en la zona. Ya en la etapa operativa, la futura Planta de producción Hidroeléctrica es parte del vecindario. La cotidianeidad de muchas de estas comunidades será modificada ya en la etapa operativa, en la medida que la institución genera una serie de procesos como parte del mantenimiento preventivo y del funcionamiento ordinario de la planta. Parte de esos cambios se darán en las maniobras de ruteo de sedimentos, así como en los lineamientos que se establezcan en cuanto a las zonas de acceso restringido

o de acceso regulado, para efectos de la protección de los recursos así como de la seguridad misma de la obra y de las comunidades. Hay que recalcar, que en la etapa operativa, la presencia de más personas disminuye de manera severa en relación con la etapa constructiva, lo mismo que la circulación de vehículos pesados con materiales y de vehículos de 4x4 de tipo rural, que laborarán durante la etapa constructiva (-2PRRD).

Infraestructura comunal

Los impactos identificados sobre la infraestructura comunal, son los siguientes:

- Molestias por polvo, ruido, extraños, presencia de más personas.

Construcción

Hay que aclarar que el P.H. Reventazón no impactará negativamente de manera directa, la infraestructura de las comunidades, salvo lo que se refiere a un posible deterioro de algunos caminos vecinales ó de las rutas 10 y 415 en la medida que se dé un aumento de la circulación de vehículos livianos y pesados durante la etapa constructiva. Bajo estas circunstancias, la evaluación otorgada durante la etapa constructiva (según el pronóstico de evaluación ambiental, este elemento no se verá impactado en la etapa operativa) ubica un impacto negativo moderado, temporal, reversible, local y dependiente para el elemento infraestructura comunal. (-2TRLD)

No obstante, con el aumento del flujo de vehículos pesados (vagonetas, mezcladoras, back hoe) podrían darse daños a la infraestructura vial (aceras, cunetas, alcantarillas, y cercas de fincas particulares), e incluso a viviendas particulares y en general a la infraestructura de las comunidades.

Estrechamente vinculado a los impactos antes enunciados, se pronostica que el aumento de más personas generaría algún nivel de deterioro en la infraestructura comunal, en la medida que se daría una mayor demanda sobre su uso. Pero como se aclaró anteriormente no habrá impactos negativos directos sobre la infraestructura comunal (-2TRLD)

Servicios

Los impactos identificados sobre los servicios a nivel comunal, son los siguientes:

- Aumento en la demanda de la infraestructura física (suministro de agua, alcantarillado, servicios y electricidad / teléfonos).
- Aumento en el uso de la infraestructura social de la comunidad, salud, seguridad social, educación, etc.
- Incremento en la carga de trabajo de instituciones, gobierno local, entes reguladores, etc.

Construcción

La llegada de una cantidad considerable de personas a la zona significará una demanda mayor en diversos servicios. Se ha dicho ya que una gran parte de las personas que llegarán serán los empleados directos del P.H. Reventazón, los cuales, tendrán su lugar para vivir en el campamento. Este campamento demandará servicios que la misma institución tiene mecanismos para resolver y lograr el buen funcionamiento del mismo. No

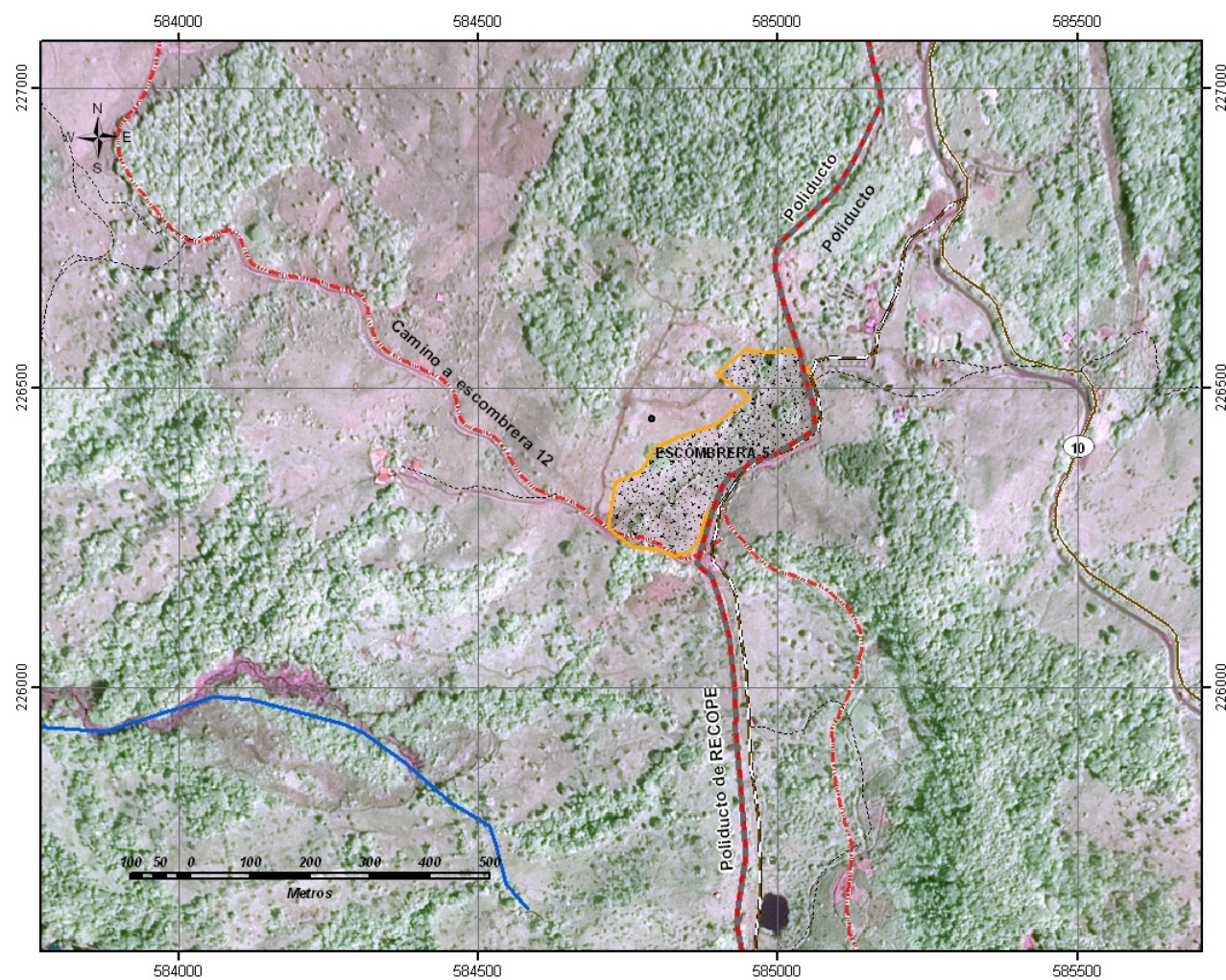
obstante en otros casos, significará un aumento en la demanda de servicios dado el aumento en la producción de basura, los servicios de agua requeridos, así como la demanda de servicios comerciales. Al ubicarse el proyecto en la zona, la circulación de vehículos rurales de doble tracción aumentará, lo mismo que maquinaria y una serie de implementos de gran valor. Por este motivo, el proyecto contempla algunas medidas en seguridad ciudadana para minimizar situaciones que puedan requerir el aumento de vigilancia en la zona. En términos generales, el impacto en los servicios básicos debido al aumento demográfico que ocasionará el proyecto de manera directa e indirecta, se ha considerado como alto, negativo, temporal, reversible, local y dependiente (**-3TRLD**).

Se pronostica un aumento general de personas a nivel cantonal, lo que significa un incremento en la generación de desechos. El cantón de Siquirres no tiene un relleno sanitario adecuado, solamente un botadero. La recolección de basura no se da en todos los poblados, lo que los lleva a buscar soluciones por aparte (quema de basura, pago a camiones privados de recolección). La presencia de más personas agravaría la situación con los desechos (**-3TRLD**).

En caso de utilizarse la denominada escombrera número 5, se pronostica un riesgo de impacto social severo en cuanto al servicio de agua por lo siguiente:

- ✓ En zonas aledañas al área de esta escombrera, se ubica una naciente que aporta agua a una quebrada, la cual desemboca en el Río Siquirres, mismo que aguas abajo es captado por en un acueducto, donde se le da el tratamiento necesario por parte de las plantas de tratamiento de Acueductos y Alcantarillados para abastecer a la comunidad de Siquirres. Se debe recalcar, que en este caso se trata de un “riesgo de impacto”, en la medida que en condiciones normales no debería darse este impacto. No obstante, se califica ya que la actividad a desarrollar en este espacio, implica ese riesgo el cual se evalúa como negativamente severo, temporal, reversible, regional y dependiente (**-4TRRD**), en caso que por situaciones externas al manejo de la escombrera, se da el impacto de la contaminación de las aguas superficiales que se depositan en última instancia en el acueducto de Siquirres. Además, se encuentra bordeada por el poliducto de RECOPE, lo que presenta un riesgo para su utilización (ver figura 10.5.4).

Figura 10.5.4
Posición de la escombrera 5 con respecto al poliducto de RECOPE



En el caso de los servicios en salud, se tiene claro según pudo verse en la caracterización de la zona, que las distintas comunidades aledañas, así como la misma comunidad de Siquirres, tienen severos problemas en cuanto a estos. La oferta de la Clínica de Siquirres es limitada en relación con la situación demográfica del cantón. De igual manera, la frecuencia de atención de los EBAIS ubicados en las distintas comunidades, es muy baja en relación con el servicio idóneo para sus vecinos. Pese a esto, el impacto del proyecto sobre estos servicios se considera positivo en tanto, las instalaciones del campamento así como de los distintos frentes de trabajo, incluyen un consultorio médico y varios dispensarios para efectos de atender emergencias y necesidades en salud para sus funcionarios. De igual manera, en el proyecto, se tiene la disposición de colaborar con situaciones de emergencia en caso de que algún particular requiera atención médica. Con la atención del personal del proyecto, tanto personal de afuera, como personal local, las comunidades logran un pequeño “desahogo” sobre la presión normal que tienen estos servicios cotidianamente. Así las cosas, el impacto que se ubica para los servicios de emergencia, es calificado como positivo moderado, temporal, reversible, local y dependiente. (+2TRLD). En la etapa operativa, no se ubican impactos en este elemento de análisis.

Seguridad vial

Los impactos identificados sobre la seguridad vial a nivel comunal, son los siguientes:

- Aumento en la circulación de vehículos pesados en la zona.
- Aumento de la circulación vial en los caminos aledaños a la escombrera # 5 y #7.
- Aporte con servicios de transporte de emergencias con ambulancias del proyecto.
- Incremento en la exposición a riesgos y a accidentes.

Construcción

Las distintas actividades que se van a desarrollar, tanto constructivas como de la gestión ambiental, requieren de un fuerte despliegue de circulación de vehículos por la zona, de una manera más intensiva por ruta 10 que por la ruta 415, y en esta ruta, con mayor intensidad entre Siquirres y El Coco, concretamente, en el llamado “cruce a la finca donde se ubicará el plantel central. La mayoría de las comunidades (en ambas márgenes) no poseen una infraestructura vial adecuada para peatones, aún en la situación actual sin proyecto en construcción. Por tal motivo, se considera que la presencia del proyecto aumentará el riesgo y exposición de las personas a accidentes o lesiones por colisiones de tránsito, en la medida que la frecuencia vehicular aumenta. Pese a esto, se debe aclarar que el desarrollo de las obras de construcción fuertes, se dará en caminos internos, en fincas que actualmente el ICE está en proceso de avalúos para posteriormente generar una oferta por las mismas, y así iniciar el desarrollo de obras asociadas al proyecto. Por esa razón, el aumento en la circulación de vehículos pesados en la zona se visualiza fundamentalmente en camiones de carga pesada que abastecerán de materiales de construcción a la institución para las diversas obras a construir. El impacto sobre este elemento se ha valorado como negativo moderado, temporal, reversible, local y dependiente. (-2TRLD) Durante la etapa operativa, no se visualizan negativos o positivos sobre este elemento.

Las escombreras 5 y 7, son una excepción negativa de lo antes descrito. En ambos casos (pero con mayor afectación sobre la escombrera número 7, la cual impacta la comunidad de Calle Nubes, en La Florida de Siquirres, así como algunas zonas

aledañas) se daría el tránsito de vehículos pesados en el proceso de acarreo de materiales hacia los sitios de las escombreras por rutas en las cuales hay varias viviendas lo cual generaría ruido, vibraciones por la circulación de las vagonetas y molestias a los habitantes de las zonas aledañas, así como el aumento del riesgo a accidentes por circulación vehicular. En estos casos, la evaluación que se le da a esta actividad sobre el elemento "seguridad vial", ubica el impacto como negativo de manera severa, temporal, reversible, puntual y dependiente (**-4TRPD**).

Económicas

Los impactos más importantes sobre las características económicas a nivel individual son:

- Cambio en la calidad de vida y nivel económico.
- Cambio en la situación económica, nivel de ingreso, valor de la propiedad
- Cambio en el estatus o tipo de empleo, o convertirse en desempleado
- Cambio en las oportunidades ocupacionales, diversidad potencial, flexibilidad en el empleo.
- Costo de oportunidad

Construcción

El proyecto como un todo, *salvo el embalse*, tendrá un impacto altamente positivo sobre la calidad de vida y el nivel económico de las personas que viven dentro del área de influencia directa del proyecto. Inclusive, este beneficio podría ir más allá del área de influencia directa y esparcirse por el área de influencia indirecta y más allá del cantón de Siquirres. La magnitud de este proyecto requerirá de la contratación de 2.000 personas que caen dentro de mano de obra calificada y no calificada. Los salarios más competitivos ofrecidos por la institución así como el pago de garantías sociales para los trabajadores permitirán a muchos habitantes de las áreas de influencia mejorar su calidad de vida y nivel económico. Igualmente, de acuerdo a las necesidades del proyecto, se contratarán algunos servicios que generarán más empleos directos e indirectos, tales como contratación de vehículos y maquinaria alquilada.

El trabajo en el proyecto se convertirá en una nueva oportunidad ocupacional, y también, por las necesidades que tendrá de materiales y diferentes tipos de servicios, podría desencadenar otras opciones ocupacionales para las poblaciones de la zona y hasta fuera de ella.

En general, se le da a estos impactos como un todo una calificación de altamente positiva, temporal, reversible, regional y dependiente (**+4TRRD**). De especial atención es el carácter TEMPORAL de este impacto, así como su dependencia ya que las mejoras económicas de un individuo también repercuten sobre su percepción de impactos en el área social.

El embalse, por su dimensión generará un cambio negativo sobre la calidad de vida, nivel económico, nivel de ingreso, valor de la propiedad y las oportunidades ocupacionales de los propietarios afectados por el llenado del embalse. Además, se suma el impacto de un decremento en la autonomía, la independencia, la seguridad de estos propietarios de poder suplir sus necesidades.

Como se mencionó en el diagnóstico, la margen izquierda está compuesta de pequeñas parcelas con problemas de titulación de las propiedades, quienes además dependen prácticamente en su totalidad de las mismas para producir leche que luego se convertirá en queso, el producto más fácil de comercializar dado el mal estado de la infraestructura de esta margen.

Las afectaciones a su economía hogareña también repercutirán sobre la composición de las pequeñas comunidades de las que son parte ya que podrían verse obligados a buscar propiedades lejos de los poblados y por esta razón emigrar de las comunidades. Como se ha mencionado repetidamente, las comunidades de la margen izquierda han sido especialmente golpeadas por procesos de emigración debido a falta de oportunidades de empleo una vez que se cerró el ferrocarril. Esta dependencia con otros impactos y procesos sociales incrementa la negatividad de este impacto (reducción en el sentimiento de comunidad, cohesión comunal, integración).

Por la relación de este impacto con impactos y procesos sociales negativos especialmente en la margen izquierda, se le da a una valoración negativa, severa, permanente, irreversible, local y dependiente, pero solamente al llenado del embalse (-4PILD).

Los impactos más importantes sobre las características económicas a nivel comunal e institucional

- Cambio positivo en la prosperidad económica de las comunidades
- Cambio en el desempleo en la comunidad
- Costo de oportunidad

Estos impactos también son positivos y se califican igual que los impactos positivos a nivel individual para el proyecto como un todo, salvo el *embalse*.

El embalse generará a nivel comunal e institucional un costo de oportunidad, una pérdida de una opción productiva. La pérdida de opciones se dará en todas las propiedades que queden inundadas, sin embargo, dada la tenencia de la tierra en la margen izquierda, ésta es de especial atención. También es de vital importancia la situación para el poblado de San Joaquín en la margen derecha del embalse. Este pequeño poblado, como se mencionó en el apartado 9.3.3 depende en su totalidad de una finca de producción pecuaria (finca del señor Álvaro Carazo) para el empleo. La inundación de esta finca dejará sin opciones de empleo a este poblado particularmente en el contexto de una calle en mal estado que no permite salir a la carretera principal y trasladarse a otros sitios.

Este impacto también se califica igual que el impacto del embalse a nivel individual (-4 PILD).

Operación

Al finalizar el proyecto, la demanda de trabajadores caerá lo que generará desempleo. Esto llevaría a que muchos pobladores de la zona se conviertan en desempleados. Por esta razón se califica este impacto como negativo pero moderado ya que muchas de las inversiones que ya se realizan en el área como lo son las piñeras, culantro coyote y plantas ornamentales entre otros tienden a ser muy volátiles y por lo tanto ya someten a la región a fluctuaciones en el mercado laboral (-2PRRD).

Existirá un impacto moderadamente negativo sobre la actividad del balseo cuando comience la generación de energía por parte de la casa de máquinas ya que un tramo de 2 kms entre La Florida y la planta se manejará con caudal ambiental, y el resto del río más abajo de la restitución verá cambios en su patrón de flujo. Ya que el turismo es una actividad medianamente importante para la zona, pero está en crecimiento, y debido a los moderados encadenamientos que genera a la economía local, se considera que este impacto será negativo, moderado, permanente, reversible, local y dependiente **(-2PRLD)**.

El embalse afectará el tramo entre Peralta y La Florida, pero como se explicó en el apartado de Usos socioeconómicos del río (Capítulo 9), este no es un tramo muy comercial y además es una sección del río que desde la construcción de Angostura viene en decadencia.

10.5.4 Impactos sobre el patrimonio arqueológico

Los impactos sobre el Patrimonio arqueológico para el P.H. Reventazón tienen mayor incidencia en la fase de construcción durante las actividades de construcción de accesos y excavaciones (movimientos de tierra). Estos fueron valorados de acuerdo a la matriz establecida para las diferentes obras a construir.

El área destinada para el embalse se caracteriza por terrazas fértiles, en la mayoría de los casos los sitios arqueológicos se encuentran en las terrazas elevadas en la margen derecha del río Reventazón que serán anegadas. De acuerdo al inventario del patrimonio arqueológico, en este lugar es donde ocurrirá el mayor impacto a los sitios arqueológicos. Por esta razón se valoró como negativo de carácter severo, permanente, irreversible, local y dependiente **(-4PILD)**. La calificación es muy alta debido a que los sitios van a ser alterados en su totalidad.

El lugar donde se construirá la presa presenta pendientes muy pronunciadas, donde es poco probable el hallazgo de restos precolombinos, sin embargo en el terreno donde se encuentran las instalaciones provisionales del proyecto, se mencionó el hallazgo de fragmentos cerámicos. Tomando en cuenta que este lugar debe ser acondicionado para favorecer las labores de construcción se valoró negativo, alto, persistente, irreversible, local, dependiente **(-3PILD)**.

Las obras como tanque de oscilación, final del túnel (sitio de acopio de materiales y patio de maquinaria), campamento, sitio de préstamo (obras asociadas), fábrica de tubos y subestación se ubican en una terraza elevada de la margen derecha del río Reventazón. En esos lugares se han identificado rasgos arqueológicos de índole funeraria muy alterados así como restos de cerámica precolombina en superficie. Lo anterior indica que fue una terraza muy utilizada en tiempos precolombinos por su fertilidad y fácil acceso a diferentes recursos como el agua, la pesca, caza y obtención de materia prima para la construcción de viviendas y elaboración de artefactos (lítica, cerámica y textiles). El impacto se valoró como negativo, severo, permanente, irreversible, local, dependiente **(-4PILD)**.

Con respecto a los terrenos donde se instalará la tubería de presión y casa de máquinas se encuentran reportados los sitios arqueológicos Guayacán y Platanar, presentándose nuevamente un impacto a los recursos arqueológicos, fue valorada como negativo, severo, permanente, irreversible, local, dependiente **(-4PILD)**.

El proyecto tiene contemplada la extracción de materiales para la construcción de las diferentes obras en dos lugares específicos. El primero de ellos ubicado en la margen derecha del río Reventazón aguas abajo del sitio presa, y el otro en la margen izquierda del río en el poblado de Pascua. Asociado a los sitios de préstamo se encuentran diferentes obras como lo son caminos de acceso, planta de trituración, patio de agregados y se localizan en terrazas elevadas. Tal como se mencionó anteriormente en este lugar se evidenció la presencia de restos precolombinos, por ello se valoró como negativo, severo, permanente, irreversible, local, dependiente (**-4PILD**).

En cuanto a las escombreras se tiene contemplado habilitar 14, de éstas 9 se encuentran en terrenos de la propiedad donde se ubicará el plantel central. Durante la prospección arqueológica en ese lugar se reportó evidencia en la escombrera 2 y 8, por ello en la fase de preparación del sitio, construcción de estructuras confinantes y drenajes se valoraron como negativo, severo, permanente, irreversible, local, dependiente (**-4PILD**). El resto de ellas fue valorada como negativo, leve, permanente, irreversible, local, dependiente (**-1PILD**) porque no presentan a nivel superficial restos culturales, aunque existe la posibilidad de encontrarlos en estratos profundos. La misma valoración se asignó a las escombreras 5 y 13, ubicadas fuera de esta propiedad. Para las escombreras 7 y 12, la primera ubicada en el poblado La Florida y la segunda en la margen derecha, se reportaron sitios arqueológicos, valorándose como negativo, severo, permanente, irreversible, puntual, dependiente (**-4PILD**) en el primer caso y negativo, leve, permanente, irreversible, local, dependiente (**-1PILD**) para el segundo, debido a que ya había sido valorada en la obra del embalse.

10.5.5 Impactos sobre el patrimonio histórico

El impacto directo al patrimonio histórico tangible, asociado al Proyecto Hidroeléctrico Reventazón es la inundación de 11 kilómetros de la vía férrea. Toda esa ruta es histórica y de importancia.

Si bien el ferrocarril fue cerrado y abandonado en 1995 e igualmente se haya semi-destruido, lo cierto también es que la inundación del tramo cierra cualquier posibilidad de reactivación del tren por esa vía. El impacto del embalse sobre la línea de tren sería directo e irreversible. El ICE por su responsabilidad y partiendo de sus criterios de desarrollo en armonía con el ambiente y las comunidades, tiene el interés de dar seguimiento a la carta de intenciones firmada por el ICE e INCOFER y tomando en cuenta las inquietudes comunales al respecto. Esto podría revitalizar el proceso de volver a poner en funcionamiento ese medio de comunicación.

Esto es de especial interés máxime que las comunidades del área de influencia directa del proyecto han manifestado que gran parte de los cambios y la inestabilidad socioeconómica y demográfica de sus poblaciones están asociados al cierre del ferrocarril. Lo mismo para ellos, tanto el ferrocarril como el río Reventazón están íntimamente ligados a su historia y desarrollo.

Actualmente es posible observar, no sólo un gran deterioro de esa vía de comunicación y de las estaciones, casi totalmente abandonadas y destruidas, sino también el éxodo que se ha producido en esos lugares y la pobreza visible por doquier.

El ferrocarril era el medio de transporte fundamental de pasajeros y para comercializar su producción fundamentada en productos agropecuarios. De hecho tres veces al día tenían ese medio de transporte, fijo, seguro y puntual. Asimismo el ferrocarril lograba

la integración no solo entre las comunidades cercanas sino que a nivel nacional con gentes venidas de San José, Limón e inclusive mas allá de esos sitios.

El ferrocarril fue el catalizador para el nacimiento de diversas comunidades a orillas de la vía férrea, las cuales paulatinamente lograron que se instalara una estación del ferrocarril en muchas de ella, como Casorla, Bonilla y Florida, entre otras.

El proceso de construcción del ferrocarril al Atlántico fue fundamental para el surgimiento de un conjunto de poblados a los lados de la vía férrea, conocido como el “patrón habitacional liniero” característico en esa región del país que se mantuvo hasta su cierre en 1995.

Ese medio de comunicación, por ende era un elemento fundamental para fomentar un mercado interno, dinámico, generador de trabajo y que beneficiaba por consiguiente la circulación de bienes y servicios.

Es claro que la importancia del ferrocarril para los pobladores de las comunidades abarcada una región muy amplia, mucho más allá del área de influencia directa del proyecto.

El ferrocarril era fundamental para el desarrollo de los pueblos a lo largo de toda la vía férrea, desde Cartago hasta Limón, y el medio más importante para dinamizar la economía de esos lugares. Se lograban con él encadenamientos productivos en un mercado interno pujante y próspero, por cuanto ese medio de transporte, bueno, ágil y barato, permitía además unir pueblos distantes o cercanos. Esto favorecía integralmente a todos los lugares por donde pasaba, llevando progreso, prosperidad y desarrollo a las comunidades.

El impacto de inundar esos 11 kilómetros de la vía férrea es severo, permanente, irreversible, regional y dependiente (-4 PIRD).

10.5.6 Impactos sobre el paisaje

Susceptibilidad de los paisajes a las actividades y ubicación de las obras

La infraestructura del proyecto y las actividades que se realicen en la zona de ubicación originarán variaciones importantes del medio natural y antrópico, debido a que son detracciones exógenas al espacio y afectarán de una u otra forma la calidad visual de algunos paisajes de la zona. Se rompe totalmente la coherencia natural actual del paisaje por la presencia de las obras civiles, no obstante en el futuro será un paisaje coherente porque es la respuesta de la sociedad del momento a un problema de demanda energética para el futuro. Lo anterior se interpreta como que la intervención en el espacio es absorbible y su coherencia se va restaurando en un proceso temporal y espacial, es decir, la actuación cambiará el paisaje por otro paisaje alternativo y coherente.

El Esquema-figura 10.5.5. es un resumen de las obras que afectarán más las bellezas escénicas y la naturalidad del paisaje en forma temporal o permanente. Con base en el trabajo de campo y la aplicación de los sistemas de información geográfica-SIG se elaboró la figura 10.5.6 Modelo de Visibilidad de Algunas Obras, permite determinar alguna infraestructura que afectará en forma significativa, temporal o permanente parajes de la zona así como su visibilidad en forma directa por los espectadores.

Obras más visibles e impactantes:

Con base en el trabajo de campo y en la información disponible hasta mayo del 2008, toda la infraestructura del proyecto modificará el paisaje del área de influencia, el embalse, presa; las escombreras, sitios de acopio, sitios de extracción, casa de máquinas, subestación, tubería de presión, tanque de oscilación, el complejo del plantel central y los accesos, figuras 10.5.5, 10.5.6, y cuadro 10.5.5 Finalmente otro impacto es el tramo crítico que se encuentra entre la presa y la casa de máquinas en el desfogue.

Focos de observación primarios y directos:

A continuación se enlistan:

Ruta 10 El Coco-Plantel Central margen derecha
Ruta 415 Turrialba-El Cairo margen izquierda Ruta 10 Turrialba-Siquirres en la margen derecha

Caminos internos en margen derecha

Miradores naturales o culturales

Viviendas y otra infraestructura civil, comercios, servicios.

Los caminos son áreas de paso su nivel y duración de visibilidad es menor en comparación con otros focos de observación.

En la margen izquierda: Otro foco directo y primario de observación es la Ruta 415 que une Turrialba con Siquirres hasta Florida, pasando por El Sauce de Turrialba y los poblados de: Bonilla Abajo, Casorla, Pascua, San Antonio, Lomas, La Alegría y la población lineal al río Reventazón que se encuentra en la terraza de La Florida desde donde se observan claramente los sitios de acopio, escombreras, sitios de extracción, sitio de presa, la futura infraestructura civil del proyecto en la margen derecha en la finca donde se ubicará el plantel central. Otros sitios son miradores naturales como las lomas y cerros.

En la margen derecha: Hay dos focos directos, primarios y cercanos de observación que son la carretera que une el Coco con la finca donde se ubicará el plantel central y la comunidad del Coco que está lineal a la carretera, ver **cuadro 10.5.5**, el impacto se dimensiona más por la ausencia de barreras naturales o artificiales y por estar en zonas más altas que las obras.

La afectación de las obras hacia el paisaje está asociada no sólo a la ubicación del complejo de obras civiles con respecto a las poblaciones y vías de comunicación; sino también a los puntos de observación, cantidad de observadores, nivel social, cultural, económico y su estructura binocular para percibir la nueva obra del espacio geográfico. Es importante señalar que todos los puntos de visibilidad están más altos que las obras lo que hace que todas las obras sean aún más visibles.

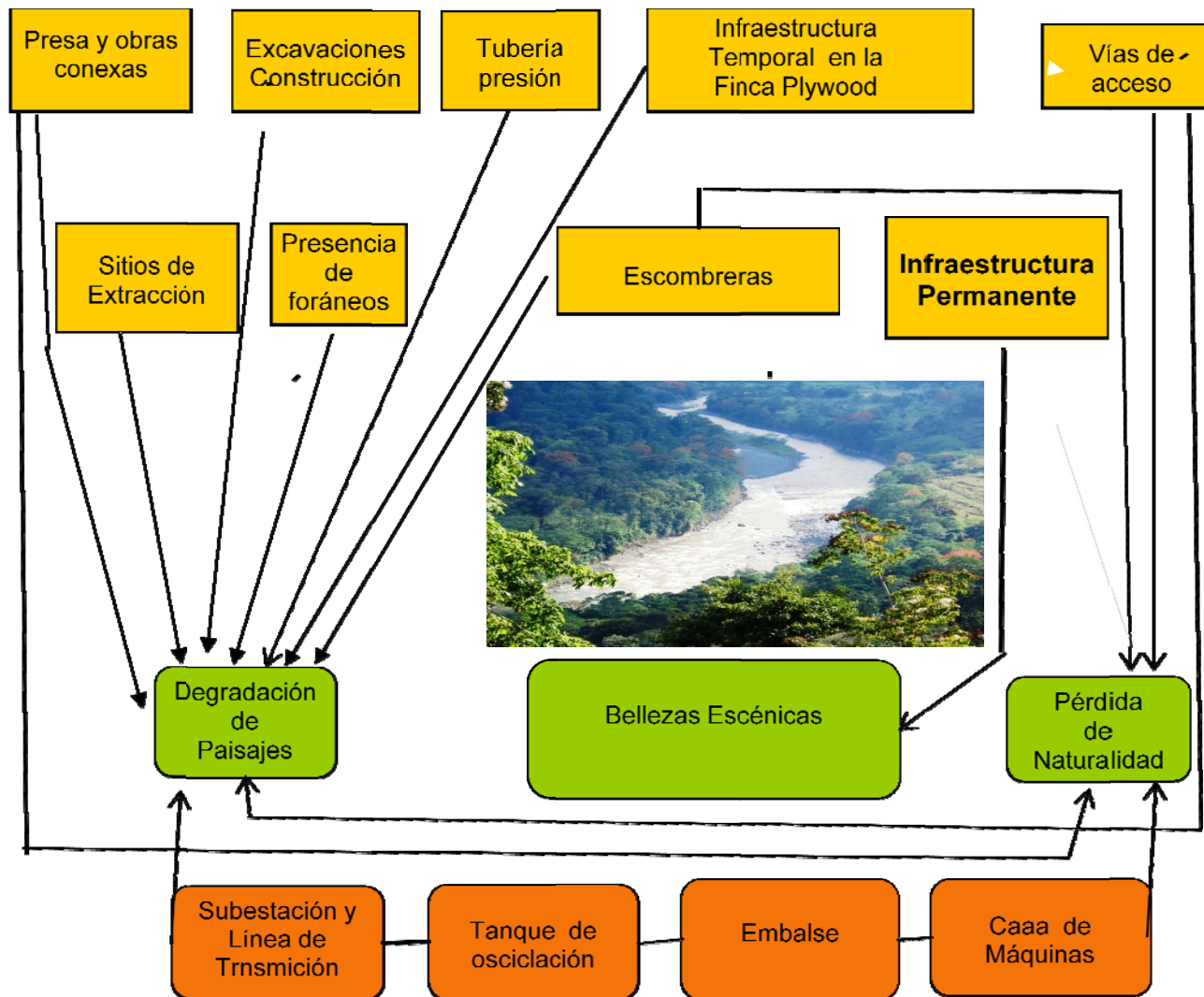
Cuadro 10.5.5
Visibilidad de las obras y su distancia en función de los principales focos de observación: red vial y otra infraestructura, P.H. Reventazón.

Punto de observación	Localización Norte Oeste	Dist. (m)	Nitidez	Obra del Proyecto visible
Margen Izquierda MI				
Viviendas y calle principal en Oriente de Santa Teresita de Turrialba MI	577 741 219 707	3018	Muy baja	2 Cola del Embalse en Bajo Bonilla 3
Viviendas y Calle principal en Los Huecos, Pascua MI	578 435 222 209	1532	Baja	
Alto de la loma en Los Huecos de Pascua MI	576 533 221 948	3173	Muy baja	
Viviendas y Calle principal en San Antonio MI	578 448 226 189	2799	baja	4 Embalse sección media 5
Calle principal y viviendas en San Antonio MI	578 455 225 921	2754	Baja	
Mirador "El Filler" en Lomas MI	581 673 227 944	984	Alta	Embalse sección media y confluencia con Q. Lajas Escombreras 12, 14
Mirador El Encanto en Florida MI	582 892 230 434	476	Muy alta	Tramo Crítico, La Palmita, accesos, obras civiles, escombreras 2 y 3 y sitios de extracción,
Ruta a Sitio de Presa en La Florida MI	582 956 230 253	407	Muy alta	
Camino a Bajo 52 en Linda Vista MD	583 004 220 221	5757	Muy baja	Sección media del Embalse
Cementerio Florida, Calle Fuentes MI	583 700 230 793	490	Muy alta	Sitio Presa, Embalse, Tramo crítico, Escombrera 11
Margen Derecha MD				
Camino a Bajo 52 en Linda Vista MD	583 004 220 221	5757	Muy baja	Sección media del Embalse
Camino en la Finca Carazo y viviendas MD	580 528 223 546	1852	Baja	Sección media del Embalse, Quebrador y Sitio Extracción
Camino en la Finca Cubano MD	584 463 226 438	2751	Baja	
Sitio cerca de la escombrera 4, donde se ubicará el plantel central (parte alta) MD	583 685 228 068	993	Alta	Embalse, Presa, Río Rubio, Escombrera 7
Carretera y viviendas en El Coco- MD	585 823 229 389	490	Muy alta	Tramo crítico, Casa Máquinas, ST, Tubería, sitio extracción, sitio acopio
Vivienda Sr. Jorge Nájera, El Coco MD	585 609 229 388	436	Muy alta	
Vivienda Sr. Fco. Moya Cerdas, El Coco MD	586 026 229 817	492	Muy alta	

Fuente: Elaboró Geóg. Gerardina Araya Astorga, Geóg. Joaquín Méndez Arguello, con base en trabajo de campo 2007-2008; SIG, plano de caminos y obras 2007-2008 del P.H. Reventazón, y Hojas cartográficas Bonilla y Tucurrique, esc. 1:50.000. IGN.

Figura 10.5.5

ESQUEMA DE PAISAJE Y SU AFECTACIÓN, PH REVENTAZON 2008



Elaboró Geóg. Gerardina Araya Astorga, 2008. Adaptado de Peralta Ballester, E. 2004.
El recurso paisaje. (sin publicar)