

Las explosiones pueden ser centrales (puntuales) o fisurales (lineales). En términos generales, se dividen en actividad efusiva, domeana, estromboliana, vulcaniana y pliniana, entre otras (figura 7.7.2.5). La magnitud de las erupciones se puede establecer mediante una escala de intensidad que se basa en su explosividad (Índice de Explosividad Volcánica, o VEI, acrónimo inglés). Si la erupción fue eminentemente de coladas de lava (VEI = 0), o ligeramente explosiva con poca producción de tefras, y con una columna de baja altura 0,1-5 km (VEI=1-2), hasta con importantes volúmenes emitidos de tefras y alturas superiores a los 10-25 km (VEI entre 4 y 8). Hasta el momento no se ha registrado en tiempo histórico (escrito) una erupción de intensidad 8, sólo 4 de 7, unas 869 de 3 y más de 700 de 0 (Simkin & Siebert, 1994).

Las emisiones continuas de gas y vapores (actividad exhalativa) ocurren en solfataras y fumarolas ubicadas en un cráter o cerca de él.

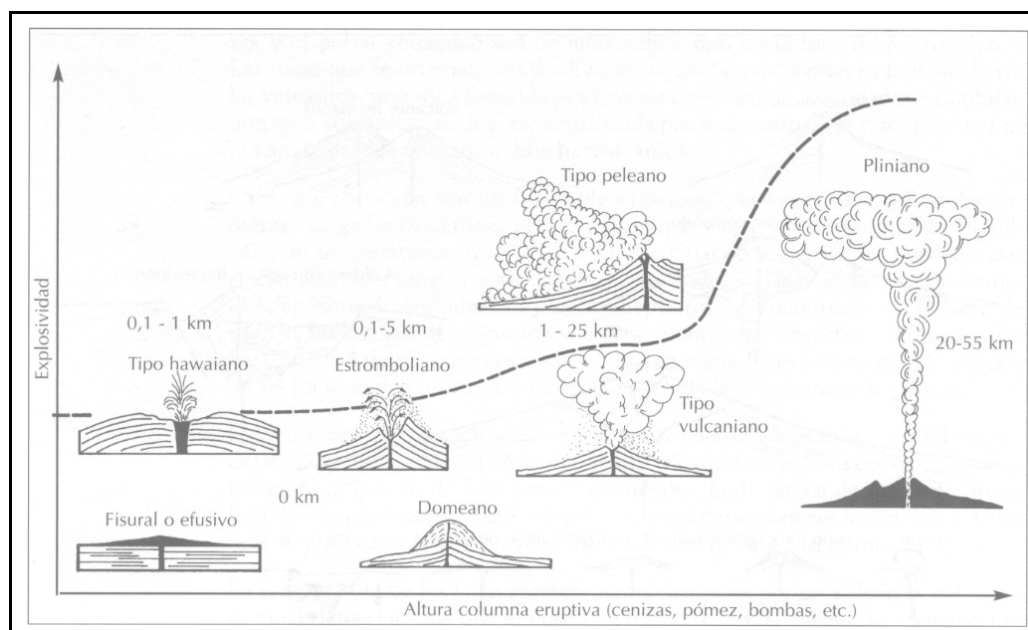
Actividad eruptiva del volcán Turrialba

En los últimos 3400 años, se han verificado al menos 6 eventos explosivos de importancia en el Turrialba (Reagan, 1987; Soto, 1988; Reagan et al., 2006), del más antiguo al más reciente tenemos: 1420 a.C., 800 a.C., 50 d.C.; 650? d.C., y finalmente 1864-66 d.C., es decir en el siglo antepasado.

Previo a 1864, solo se divisaron fumarolas en el cráter central, de mayor o menor vigor, distinguibles desde varias partes del Valle Central, que en su mayoría fueron confundidas con erupciones, tales como en los años 1723, 1847, 1853, 1855 y 1858-59 y 1863 (figura 7.7.2.6). Aunque con probabilidad no correspondían con erupciones (tal y como lo han acotado Reagan, 1987 y Soto, 1988), pueden ser indicios indirectos de una actividad importante no muy remota, hasta el momento no datada, pero presente en las leyendas indígenas precolombinas.

Figura 7.7.2.5

Tipos de erupciones volcánicas. Para referencias y detalles, consultar Alvarado (2000).



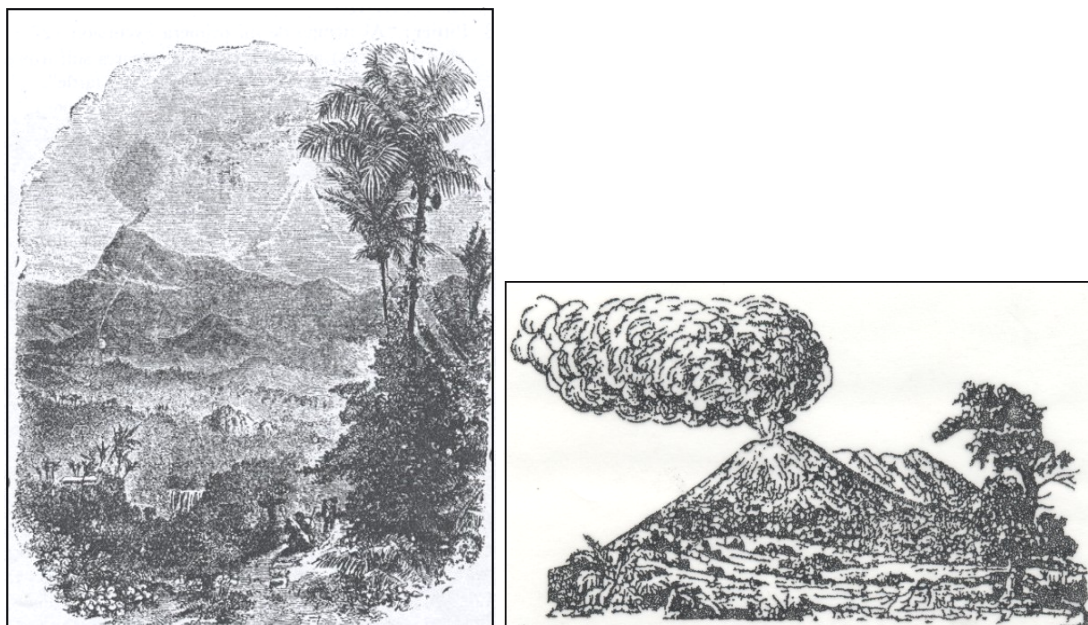
La única actividad eruptiva histórica en el Turrialba ocurrió entre setiembre de 1864 y marzo de 1866 (Seebach, 1865; González, 1910; ver figura 7.7.2.6), con características freatomagmáticas (vulcaniana y fases con oleadas piroclásticas) y estromboliana (Reagan, 1987; Soto, 1988; Reagan et al., 2006). Durante este período eruptivo, se dieron deslizamientos cerca del cráter activo, así como gran destrucción en el área cuspidal. Parte de estos depósitos se conservan aún en el flanco occidental del cráter activo.

Posteriormente a la actividad explosiva en 1866, y hasta el 2007, sólo han habido manifestaciones fumarólicas en los cráteres central, suroeste y entre ellos, de baja temperatura (cercana a 90° C), en equilibrio con la temperatura de vaporización del agua, con aporte sulfuroso, y consecuente precipitación de azufre, mineral que fue explotado en el pasado en forma artesanal. Desde el 2007 han sucedido algunos cambios en el patrón fumarólico.

Los depósitos de las erupciones de los últimos 3400 años, han sido denominados subunidades 1 a 6, partiendo de la más nueva a la más antigua, según se sintetiza en el cuadro 7.7.2.1 (Reagan, 1987; Reagan et al., 2006).

Figura 7.7.2.6

Izquierda: Uno de los pocos dibujos del Turrialba en plena actividad exhalativa (fumarolas), según reinterpretación del documento de Meagher en 1858. Abajo: Dibujo de Karl von Seebach del Turrialba en plena erupción en 1864-66. Es la única imagen del volcán en erupción.



El período eruptivo más violento fue de tipo pliniano, y sus depósitos corresponden a la Subunidad 4: tefras de caída, oleadas y flujos piroclásticos. El punto de erupción fue cercano al actual cráter central de la cúspide. Los materiales eruptados son andesitas porfiríticas (30% de fenocristales de plagioclasa, augita, ortopiroxenos) con 58-59% de SiO₂ (Reagan, 1987; Reagan et al., 2006). El depósito más característico de la subunidad 4 del Turrialba, es una pómez de caída, de color crema a rosado, junto con escorias gris

oscuras (algo más máficas), con apariencia moteada (figura 7.7.2.7). En la cúspide del volcán, el depósito alcanza varios metros de espesor. Reagan (1987) mapeó la distribución areal de la pómez de caída, cuyo eje se orienta hacia el oeste (figura 7.7.2.8). Se estima que la isopaca de 1 cm cubre un área de 1000 km², y la de 1 mm, 5000 km². El volumen aproximado estimado es de 0,2 km³. A pesar de que el volumen eruptado es relativamente pequeño, esta es la erupción explosiva más voluminosa del Turrialba. La distribución mostrada para las tefras de caída es la típica para este tipo de depósitos en Costa Rica. No obstante, la inaccesibilidad del área no permite un prolijo seguimiento del nivel de tefra, así como la abrupta topografía y la espesa vegetación (Reagan et al., 2006). Algunas de estas cenizas se desviaron hacia el este, de modo que se han encontrado en la turbera del río Silencio, en Siquirres (figura 7.7.2.8; Obando & Soto, 1993).

Cuadro 7.7.2.1
Erupciones del Turrialba en los últimos 9000 años
(adaptado de Reagan, 1987 y Reagan et al., 2006).

Unidad	Contexto geológico	Edad ¹⁴ C (años a.P.)*	Edad calibrada aprox. (a.P.)
1	Depósitos basálticos estrombolianos y vulcanianos (caída, oleadas, flujos)		84
2	Depósito andesítico basáltico de tipo estromboliano y freático		600?
3	Depósito freático y freatomagmático andesítico basáltico	1415 ± 75	1310
3	Suelo en la base de una tefra (entre 3 y 4)	1630 ± 160**	1600
4	Flujo piroclástico andesítico	1860± 100	1820
4	Depósito de caída andesítico	1975± 45	1920
4	Depósito freático	1970 ± 90**	1900
4	Depósito de caída	2330± 90	2350
5	Suelo sobreyacente	2495± 135	2610
5	Suelo sobreyacente	2590± 180	2750
5	Suelo sobreyacente a flujos andesíticos	2705± 85	2780
6	Suelo subyacente	2995± 215	3200
6	Suelo subyacente a fase freática y vulcaniana (basalto/dacita)	3115± 140	3350
8b	Flujo piroclástico	8250± 300	9200

*a.P.: Antes del Presente, con el 0 en 1950 d.C.

**Unidad datada por W.G. Melson (en Reagan et al., 2006).

Figura 7.7.2.7:
Depósitos de pómez de la Subunidad 4, algunos km al oeste de la cima del Turrialba



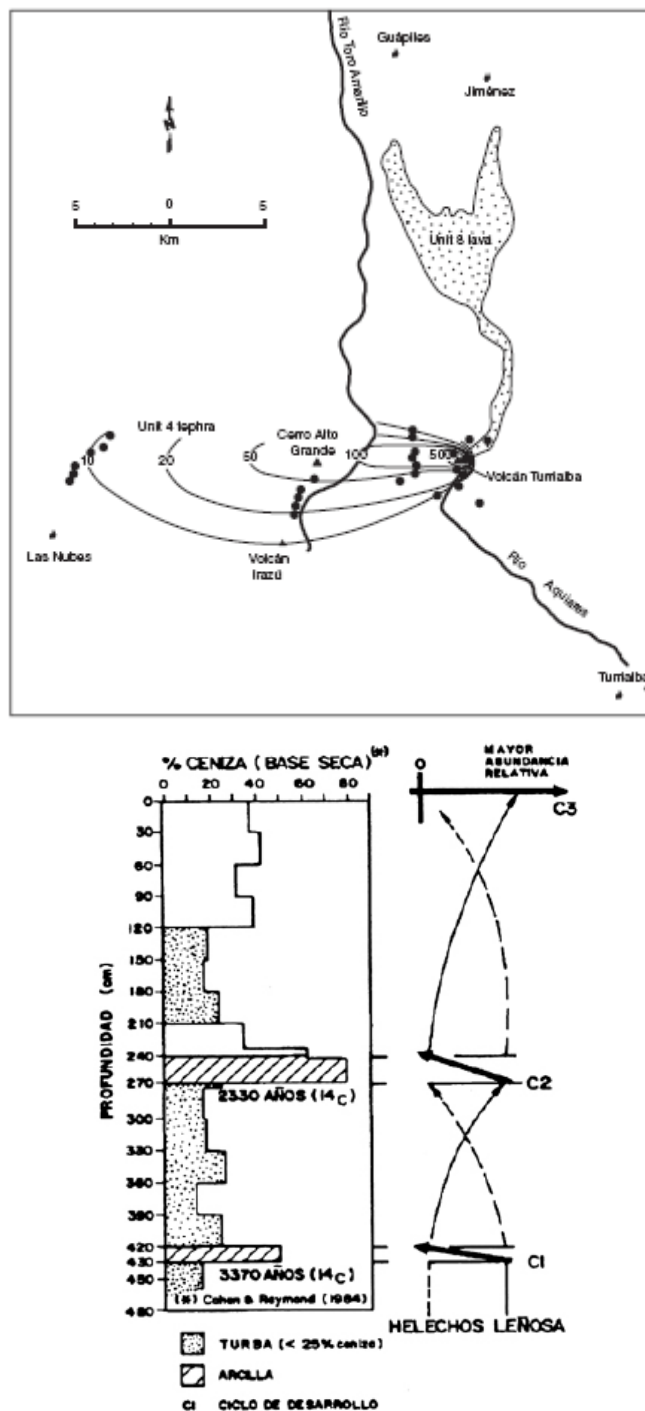


Figura 7.7.2.8: En la primera, la distribución e isopacas (espesor en cm de los depósitos) de la subunidad 4, de hace 2000 años, del Turrialba (Tomado de Reagan et al., 2006). En la segunda, la columna estratigráfica en la turbera del río Silencio, Siquirres, que muestra el material arcilloso entre 240-270 cm de profundidad, correlacionable con subunidad 4, y que demuestra alguna distribución anómala hacia el este, de las cenizas (Tomado de Obando & Soto, 1993).

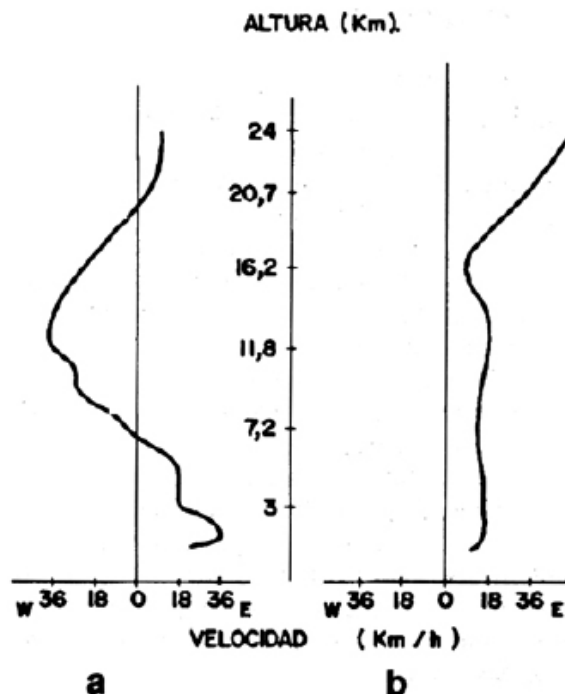
Con base en edades de radiocarbono obtenidas en los depósitos de las tetras de caída y de flujos piroclásticos de la Subunidad 4, el rango de antigüedad está entre 2340 ± 90 y 1870 ± 100 años antes del presente (Reagan et al., 2006). Esta edad coincide con otra obtenida por Melson et al. (1986), de 1970 ± 90 años, en la capa sobreyacente a un paleosuelo, que además contiene fragmentos cerámicos de 2000 años de antigüedad. Como se ve, coinciden en parte con la edad de 2330 años datada por Cohen & Raymond (1984). No obstante, la incertidumbre de los análisis, una vez calibrados y correlacionados, coincide en una edad final de ~ 2000 años antes del presente.

Otro evento explosivo importante del Turrialba corresponde con la Subunidad 6, que está documentada en depósitos piroclásticos de caída y oleada. La parte basal es limo-arcillosa, meteorizada, de una secuencia explosiva freática. Luego se intercalan cenizas, lapilli y bloques (juveniles de apariencia de lava mezclada de andesitas y basaltos y no juveniles), de moderada a buena granoselección. Por último, se encuentran los depósitos de oleada piroclástica, con laminación cruzada y semiplanar. Su edad corregida con base en radiocarbono, es de 3370 ± 105 -205 años antes del presente (Reagan et al., 2006).

Obando & Soto (1993), correlacionaron los piroclastos finos del evento pliniano del Turrialba, con las capas de ceniza volcánica descritas por Cohen & Raymond (1984) en la turbera El Silencio (El Cairo). Las edades de las turbas inmediatamente infrayacentes a los horizontes de ceniza son coincidentes con las obtenidas para los eventos explosivos del Turrialba, en particular el de la Subunidad 6, con 3370 años. El rango de edades de la Subunidad 4 también es coincidente con el del primer horizonte de cenizas de la turbera El Silencio (El Cairo), mas debe considerarse su edad, con base en las correcciones descritas supra, en cerca de 2000 años.

Según Zárate (1990), durante la época lluviosa (abril-octubre, con excepción de los veranillos de julio-agosto), a todas las alturas hasta 24 km (figura 7.7.2.9) los vientos predominantes son del este hacia el oeste. En época seca (noviembre a marzo y los veranillos) a alturas entre 9 y 15 km, las columnas piroclásticas se verían sometidas al empuje de una capa de vientos fuertes y de alta persistencia provenientes del oeste y suroeste, que distribuirían parte de la nube hacia el este y noreste del volcán en erupción. Lo mismo ocurriría para columnas mayores de 20 km de altura para las fases de oscilación cuasi-bienal del viento que sopla desde el oeste. El evento pliniano de hace 2000 años y el evento explosivo de hace 3370 años del Turrialba, probablemente originaron columnas piroclásticas de gran altura en períodos secos, y por consiguiente, las cenizas finas fueron arrastradas hacia la vertiente caribeña del país.

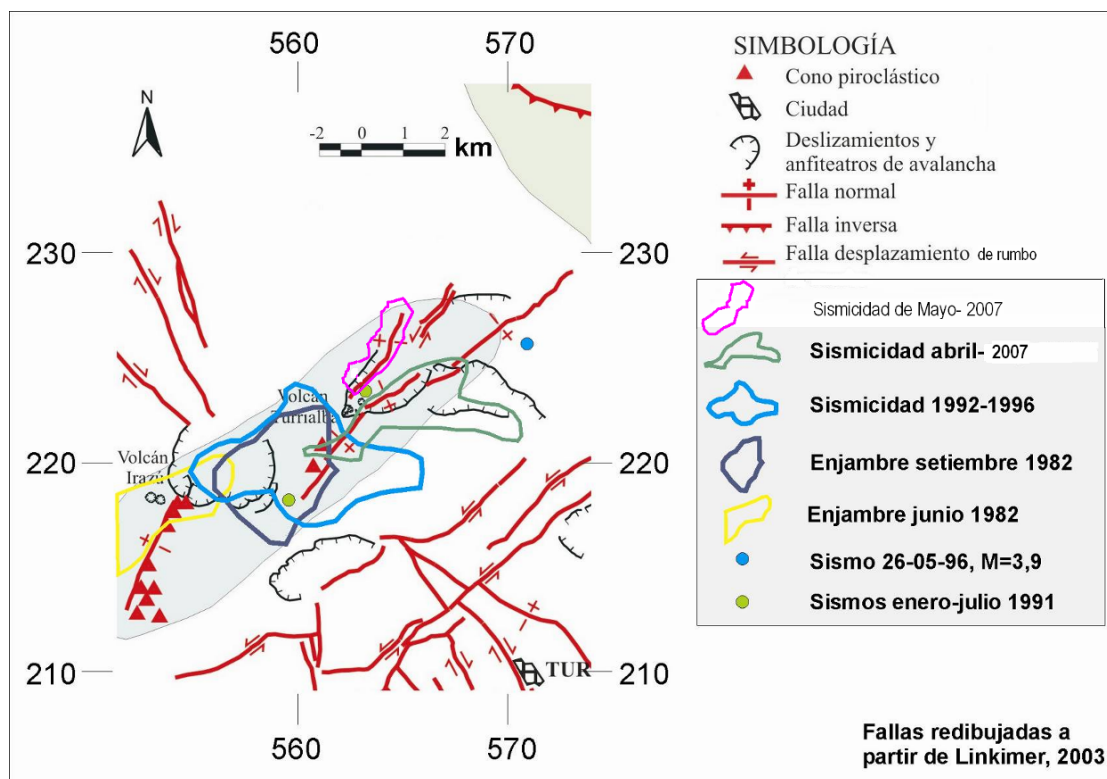
Figura 7.7.2.9
Perfil del viento en Costa Rica a diferentes alturas para la época seca (a) y la época lluviosa (b). Reformado de Zárate (1990).



Actividad reciente del volcán Turrialba (2007-2008)

A partir de marzo de 1996, la actividad sísmica en el volcán Turrialba ha registrado algunos picos, especialmente en octubre del 2000, y ocho adicionales hasta el 2004 (Barboza et al., 2003). Anteriormente, en setiembre de 1982, otro enjambre había ocurrido en las vecindades, subsecuente al de junio de ese año, que se registró en el sector del Irazú (Güendel, 1985). Ambos se interpretaron como causados por fallas tectónicas en la vecindad (Alvarado et al., 1986; Barquero & Alvarado, 1989; Fernández et al., 1998; figura 7.7.2.10). La actividad fumarólica se ha intensificado asimismo desde esos años, y particularmente más desde el 2003, con la aparición de nuevas fumarolas, más intensas, fracturas en el terreno entre los cráteres central y suroeste.

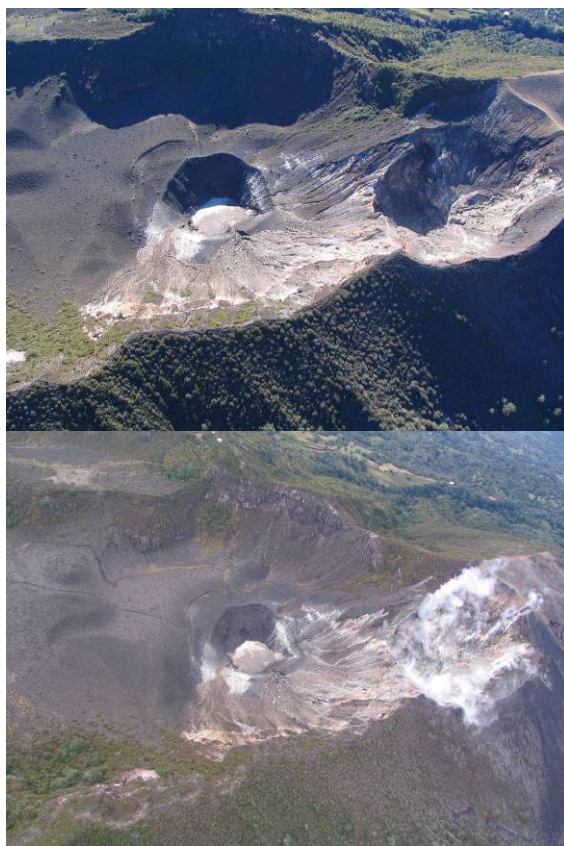
Figura 7.7.2.10
Enjambres sísmicos y sismicidad ubicada en el Turrialba y alrededores hasta mayo del 2007



Desde finales de marzo del 2007 y hasta el presente, se han dado una serie de cambios de importancia, aunque no dramáticos, en la actividad fumarólica de la cima (figura 7.7.2.11), la sismicidad en los alrededores del volcán, y algunas deformaciones en la cima. En la cima y periferia del Turrialba hay cambios notorios y en ascenso, que siguen un patrón de cambios observados desde hace 11 años. La sismicidad registrada ha sido desde unas decenas de sismos por día en marzo y abril 2007, a un ascenso de decenas por día en abril-mayo 2007 (características tectónicas y ubicados en las fallas periféricas del volcán: figura 7.7.2.10) a varios miles de microsismos en un día (en julio del 2007), y luego un retorno a menos de una decena diarios en promedio hasta febrero del 2008; aunque aún es incierta si es netamente tectónica o volcano-tectónica (es decir, sismos debidos al ascenso o movimiento de magma o gases, o ambos), aunque parece haber poca duda sobre su foco en las cercanías del cráter, con base en los reportes mesosísmicos, localización de algunos de ellos y la estimación de tiempos de llegada de ondas s-p. Podría deberse al tránsito de fluidos en el sistema hidrotermal somero del volcán, aunque la sismicidad de baja frecuencia y tremores típica de esta actividad, es insignificante, aun hasta marzo del 2008.

Figura 7.7.2.11

Vista aérea de la cima del Turrialba. Arriba en enero del 2006 y abajo en abril del 2007. Se observan los cambios en la cantidad de fumarolas visibles, aunque es evidente en la foto de arriba que existe toda un área de alteración hidrotermal que ha sido el sitio de fumarolas no muy antiguas. Fotos cortesía de Raúl Mora (UCR).



Otras pequeñas fumarolas y salidas de vapor se han identificado en el sector sur del volcán, en el trazo de la falla Ariete (fotografía 7.7.2.12).

La aparición de emanaciones más sulfurosas y otros componentes de “firma magmática” (según datos preliminares de varios investigadores, comunicados oralmente: Tobías Fischer, OVSICORI-UNA), más vigorosas, y de temperaturas (desde los ~90°C previos a más de 200°C) y presión de gas en ascenso en la cima (fotografías 7.7.2.11 y 7.7.2.13), indican que hay un aporte más intenso de gases de posible origen magmático o hidrotermal reciclado. Pero esto no implica necesariamente nuevo magma, sino que puede ser que la cantidad de gases del sistema hidrotermal se está “gastando” más rápido por la fracturación intensa del carapacho impermeable y fracturado que sobreyace al sistema hidrotermal, en parte empujado por la sismicidad hasta mayo, y que sucedió durante el pico de sismicidad de julio 2007.



Fotografía 7.7.2.12: Salidas de vapores y gases en el sector sur del volcán, en abril del 2007, en el sector de Los Quemados, en coincidencia con la traza de la Falla Ariete. A la izquierda, salida de vapores a lo largo de una fractura en el borde del camino. A la derecha, vapores en Q. Ariete, cerca de Los Quemados, vista desde cerca de la cima (Foto cortesía de Wilfredo Rojas, 07/11/2007)



Fotografía 7.7.2.13: Arriba: Comparación de la desgasificación en la pared externa del noreste del cráter suroeste (hacia el cráter central) desde el mirador: a la izquierda el 20 de julio del 2007; a la derecha el 31 de enero del 2008. Abajo, la tenue columna de gases visible desde La Central, si no hay mucho viento a la izquierda (20 de julio del 2007), o bien con viento abajo a la derecha (31 de enero del 2008)

El resultado más notorio de la creciente salida de gases (1 tonelada/día de SO_2 en el 2005 a 700 toneladas por día a principios del 2008: comunicación oral de Erick Fernández, OVSICORI-UNA) es la lluvia ácida, producida al mezclarse los gases sulfurados y clorurados con las gotículas de lluvia y nubes. Las áreas más evidentemente afectadas son hacia el oeste, por la lluvia ácida (figuras 7.7.2.14 y 7.7.2.15), la cual ha ido paulatinamente avanzando y acidificándose, como se ve en la evolución mensual.

Figura 7.7.2.14

Evolución del área afectada por lluvia ácida desde mayo-agosto, octubre, noviembre del 2007 y febrero del 2008, con curvas de igual pH de la lluvia. El sector oeste es el más proclive a afectación en el futuro inmediato. La acidez de la lluvia se ha incrementado (pH menor). El sector es opuesto a la ubicación del P.H. Reventazón, que se ubica hacia el oriente.

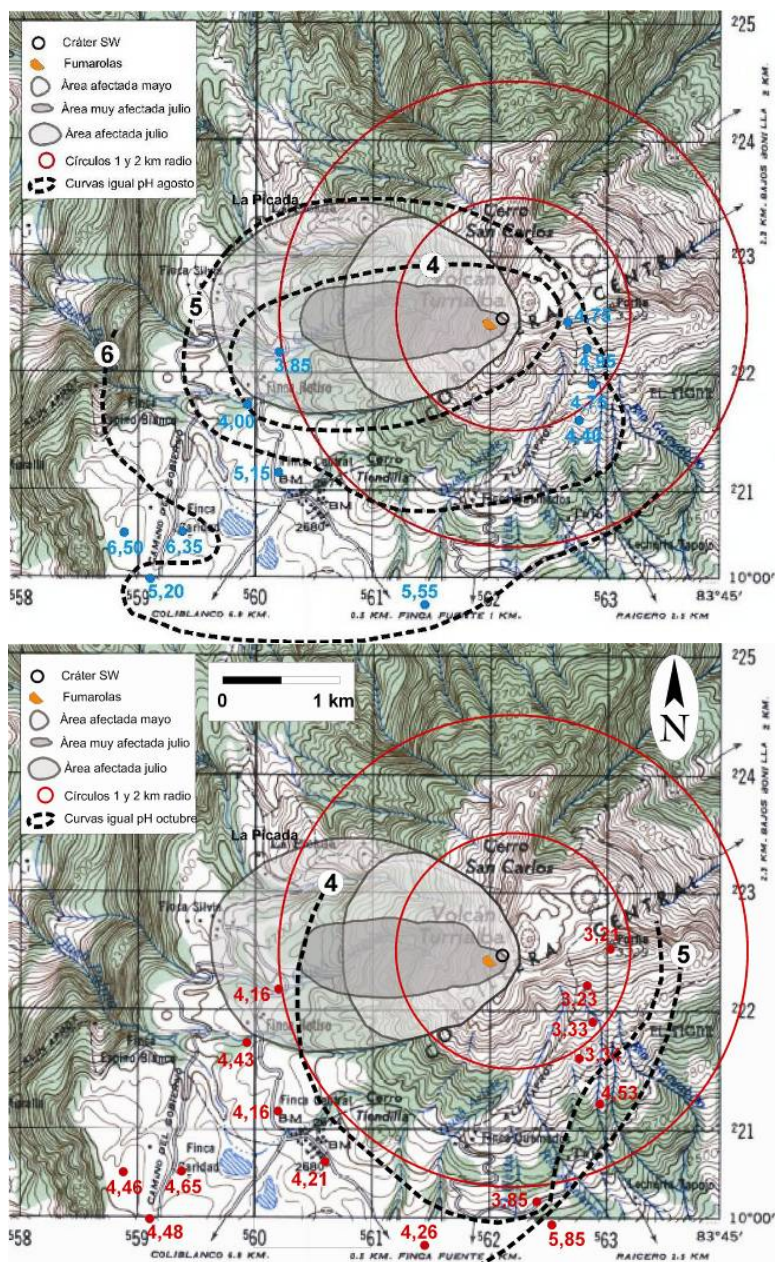
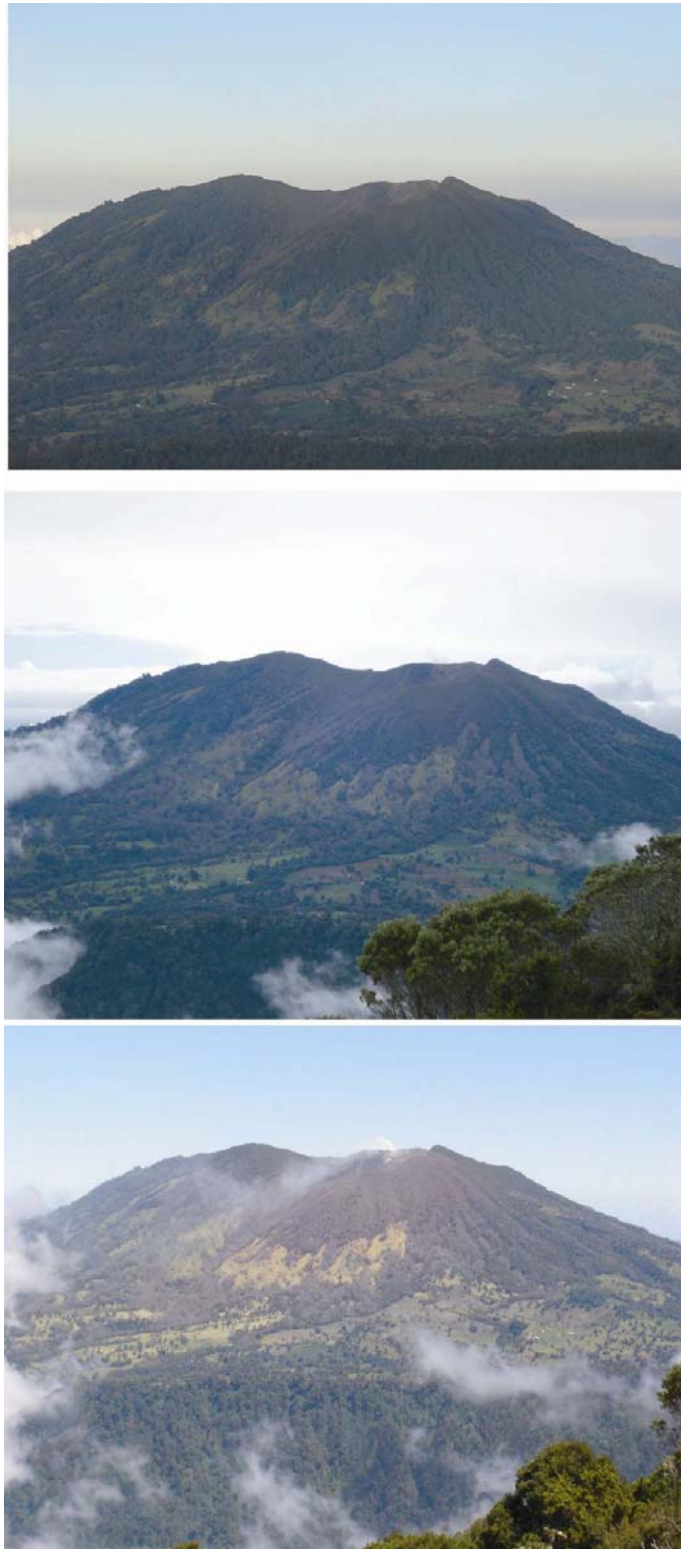




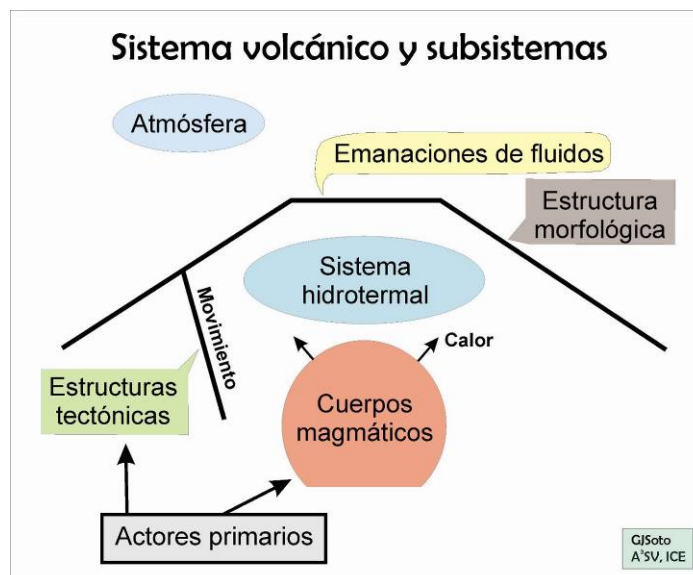
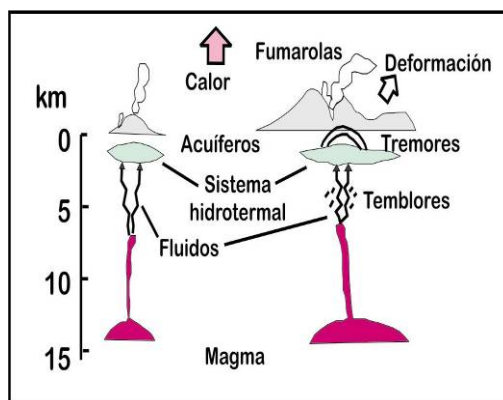
Figura 7.7.2.15: Evolución del área afectada por lluvia ácida en el sector occidental del volcán Turriaba: vegetación decolorada y quemada Vistas desde el volcán Irazú en enero del 2007 (arriba), junio del 2007 (centro) y enero del 2008 (abajo). Fotos cortesía de Pablo Ruiz (Rutgers University)



El sistema volcánico del Turrialba es complejo, sobre todo porque implica un cuerpo magmático somero (3?-5? km) probablemente remanente de la erupción de 1864-66, aún enfriándose y emanando fluidos al entorno; un sistema hidrotermal calentado por este y alimentado por agua pluvial, que asimismo aporta gases e interacción de los fluidos con las rocas del entorno; fallas activas que aportan dinámica sísmica al sistema (figura 7.7.2.16). La aparición y crecimiento porcentual de emanaciones con una “firma magmática”, más vigorosas y calientes, podrían implicar que la cantidad de gases del sistema hidrotermal se está consumiendo más rápido por la fracturación intensa del carapacho impermeable y fracturado que sobreyace al sistema hidrotermal (posiblemente ocurrida en julio del 2007).

Figura 7.7.2.16

Esquemas que muestran el sistema volcánico del Turrialba, con un cuerpo magmático somero, un sistema hidrotermal, movimientos de fluidos, fallas activas y toda su posible interacción.



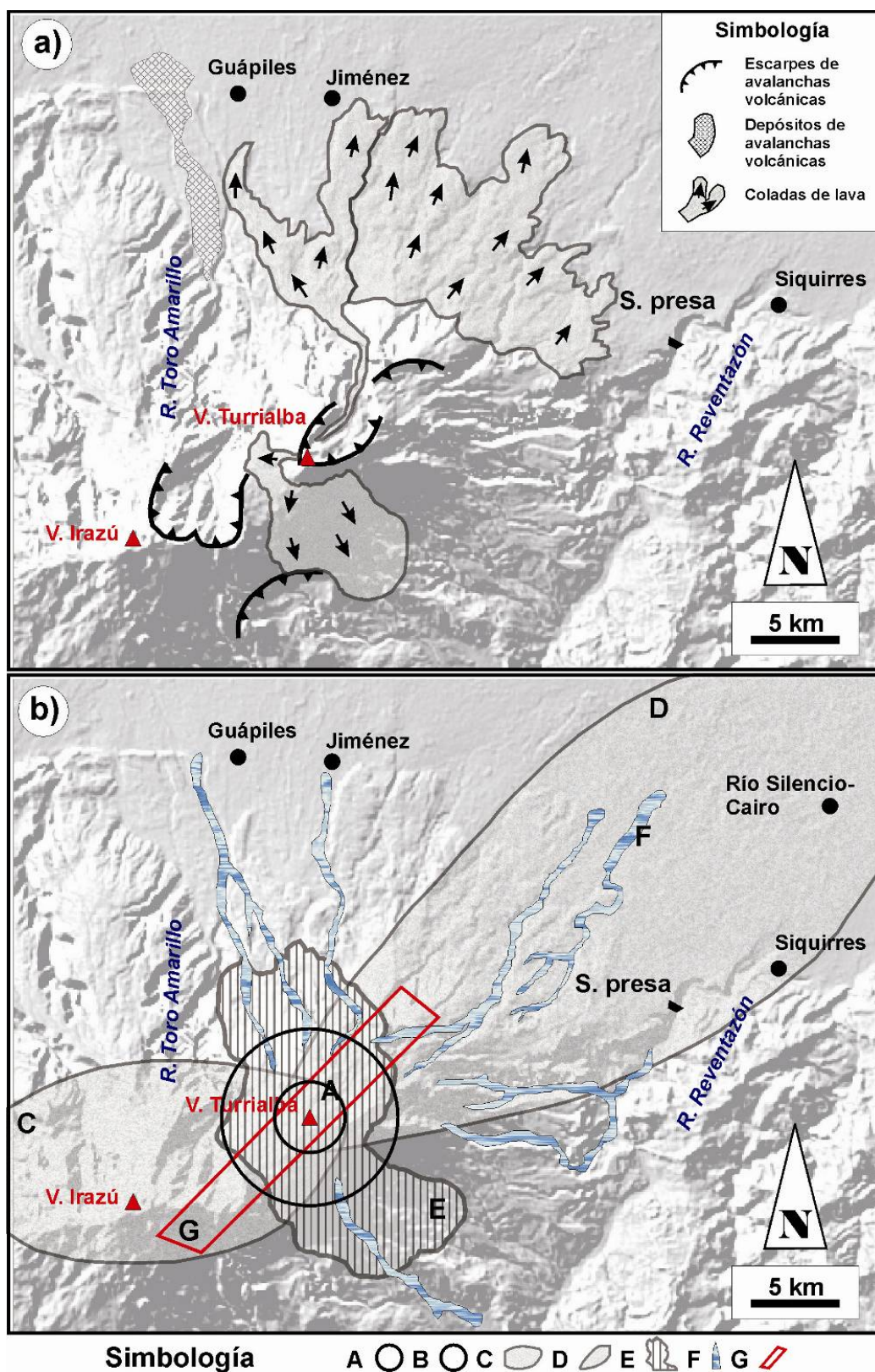
Peligro volcánico

Los vulcanólogos saben que no todos los volcanes son iguales (tienen su “volcanalidad”), y que para efectos de vigilancia y peligro potencial no es lo mismo un volcán con actividad continua como el Arenal, que un volcán con tenue actividad como el Turrialba, o bien volcanes ubicados a lo largo de sistemas fisurales (conos piroclásticos El Armado y Tiendilla, en el flanco SW del Turrialba). Tampoco debe confundirse la investigación científica de aspectos particulares de la actividad volcánica, con los trabajos rutinarios de vigilancia y evaluación del riesgo. Aún hoy en día, con todos los avances de las ciencias, en el momento de una crisis, los vulcanólogos se enfrentan con una serie de dilemas, tales como el pronóstico de la actividad del volcán, la metodología de trabajo a elegir y la comunicación con los agentes sociales y gubernamentales. Además, es prácticamente imposible disponer de un recuento con todas las erupciones de un volcán. No obstante, debe al menos intentarse la identificación de los períodos de actividad que pueden asociarse con ciclos evolutivos del volcán. De hecho, cuando pueden caracterizarse estos ciclos, y especialmente el último de los acaecidos, se está en las mejores condiciones para elaborar modelos realmente útiles para la mitigación del riesgo volcánico.

Las erupciones volcánicas varían ampliamente en tipo, magnitud y duración, no solamente de un volcán a otro, sino en un mismo volcán durante períodos breves o largos. La frecuencia de las erupciones también varía desde volcanes que mantienen una actividad eruptiva periódica por decenas e incluso miles de años, como el Poás, mientras que otros se activan solamente durante intervalos de cientos a miles de años.

Para el caso del Turrialba, se han evaluado los aspectos de estratigrafía y geología detallados previamente, los mapas asimismo mencionados en la introducción (Paniagua & Soto, 1986, 1988; Reagan, 1987; Jerez & Cline, 1990; Soto & Paniagua, 1992; Reagan et al., 2006), así como los mapas mostrados por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) en su cibernsio (www.cne-go-cr). Una muestra regional de este mapa se muestra en la figura 7.7.2.17. Tales mapas se muestran de manera muy simplificada y regional, de modo que se ha considerado de importancia realizar un mapa sintético relativo al Turrialba, así como detallar los diferentes peligros uno por uno.

A continuación se expondrán los diferentes tipos de peligros volcánicos en el volcán Turrialba, que asimismo se han sintetizado en los mapas de la figura 7.7.2.18.



Tefras

La ceniza volcánica y pómez son expelidas hacia arriba del cráter en una columna eruptiva. Las partículas de mayor tamaño y densidad caen cerca del volcán y las más pequeñas y livianas pueden ser transportadas por el viento. En una erupción de pequeña escala, la columna eruptiva se eleva a una altura de varios kilómetros, mientras que una erupción de gran escala, acarreará las partículas hasta la estratosfera. En el caso de erupciones grandes, la cantidad de material piroclástico de caída puede exceder 1 billón de toneladas, por lo que su peso puede ocasionar el colapso parcial o total de techos de viviendas. Entre sus efectos también se registran la destrucción o afectación de bosques y sembradíos, contaminación del agua potable e incluso interrupción de su abastecimiento, dificulta la respiración e irrita los ojos en los seres vivos y afecta también generadores eléctricos, sistemas de comunicación y desgasta los motores de los aviones. La crisis del Irazú en 1962-1965 tipifica este tipo de peligro.

Varios de los eventos volcánicos geológicamente recientes del Turrialba parecen estar representados por una serie de fuertes erupciones explosivas tipo pliniano-subpliniano. Las tefras son más diferenciadas (SiO_2 hasta 65%).

Los piroclastos de caída se orientan preferencialmente al W y SW del cono, debido a los vientos que soplan hacia esa dirección, con una bisectriz $\text{S}75^\circ\text{W}$ (Paniagua & Soto, 1986). En estos flancos se han medido espesores de hasta 14 m de cenizas sobreyaciendo a las últimas coladas lávicas, mientras que en el flanco meridional, sólo alcanzan 4 m a 3 km de la cima. La mayoría de los eventos explosivos son estrombolianos, aunque los depósitos freáticos y freatomagmáticos son abundantes. Solo se han observado depósitos de dos eventos plinianos, separados por un corto lapso de explosiones estrombolianas. Los piroclastos finos de tales eventos se han identificado incluso en turberas en Siquirres, 35 km al ENE del volcán, datan de entre 2-3 mil años (cf. Cohen et al, 1986; Melson et al, 1986; Soto, 1988).

Los flujos y las oleadas piroclásticas se pueden extender más de 10 km desde la cima (Reagan et al., 2006).

En el área de interés del proyecto, el levantamiento de campo demostró la inexistencia de capas piroclásticas importantes. Aquellas que se preservaron en las citadas turberas, con seguridad fueron erosionadas e incorporadas en los suelos, dado su reducido espesor, y por el contrario, fueron engrosadas en las cuencas de las turberas por sedimentación, y luego arcillificadas.

Coladas de lava

Son derrames que se producen cuando las lavas eruptadas del cráter o aberturas en los flancos de un volcán fluyen hacia abajo como un fluido viscoso de acuerdo con la fuerza de gravedad. Donde pasa el flujo de lava, la tierra agrícola, el bosque y las casas son sepultadas y quemados. Los factores amenazantes de los flujos o coladas de lava son principalmente gobernados por la viscosidad, tasas de emisión de lava y topografía a lo largo del camino.

Petrográficamente, las lavas del volcán Turrialba son andesitas piroxénicas y andesitas basálticas hasta basaltos y escasas dacitas. La composición química de estas lavas varía de andesitas basálticas a andesitas (SiO_2 : 50,9 - 60,9%, cf. Kussmaul et al, 1982; Tournon, 1984; Reagan & Gill, 1989) y dacitas en la cima (Reagan et al., 2006). Las coladas lávicas procedentes de la cúspide alcanzan hasta 5 km de longitud, mientras que los flujos lávicos eruptados en fracturas en los flancos llegan hasta 8 km del centro de

emisión, aunque excepcionalmente han llegado a 20 km medidos desde la cima. Algunos de ellos son tan frescos que no solo son reconocidos fácilmente en las fotografías aéreas y en el campo, sino que en algunos casos el desarrollo de suelo es apenas incipiente (figuras 7.7.2.8 y 7.7.2.18).

Grandes deslizamientos volcánicos (*debris avalanches*)

Es el colapso de un sector del edificio volcánico, debido a la presión interna de gases volcánicos, terremotos u otros factores. Los colapsos de montañas no ocurren muy frecuentemente, pero son acompañados por destrucción a gran escala. El único caso histórico de un pequeño deslizamiento volcánico en Costa Rica, se presentó en el Irazú en 1994 sin mayores consecuencias. Sin embargo, en el registro prehistórico hay grandes eventos de este tipo, en particular en los volcanes Cacao, Miravalles, Irazú y Turrialba (para más detalles ver Alvarado et al., 2004). Dada su baja posibilidad de ocurrencia, no se le incluye en el mapa de peligrosidad volcánica, aunque poseen un poder destructor enorme.

Un evento de avalancha volcánica fue sugerido por Soto (1988) en el flanco noreste cuspidal del cono, labrando un anfiteatro o caldera de avalancha, limitado por las fallas que definen asimismo el graben cuspidal, y que favorecieron el evento de avalancha. Reagan (1987) piensa que el anfiteatro no fue construido por un solo evento de avalancha, sino por varios eventos erosivos y gravitatorios. El problema de definir uno o varios eventos que construyeran el anfiteatro está en que los depósitos de avalancha volcánica no afloran claramente hacia la falda noreste del volcán, y la discusión permanece abierta. Posterior a la construcción del anfiteatro, se sucedieron al menos dos efusiones lávicas que fluyeron hacia el flanco noreste.

Hace 17000 años (edad calibrada) se desarrollaron otra serie de eventos de avalancha volcánica que se extendieron a lo largo de casi todo el valle de Turrialba con espesores de hasta 80 m, y llegaron hasta la confluencia de los ríos Tuis y Reventazón. Este depósito es rico en troncos de madera, incluyendo robles de altura, que fueron arrasados por el megadeslizamiento volcánico, justo en el tiempo en que la época de hielo (glaciar), estaba en su apogeo (Alvarado et al., 2004; figura 7.7.2.18).

Otro evento de avalancha volcánica, posiblemente más reciente (quizás de tan sólo unos pocos miles de años de antigüedad) y de 3,5 km², se observa muy bien en los alrededores de la población de Santa Rosa (2 km al noreste de la ciudad de Turrialba), en donde una serie de lomas caóticas compuestas por bloques de lava de diversa composición dejan entrever la magnitud del evento.

Todo ello sugiere una compleja historia de construcciones y de destrucciones, que han creado otros volcanes como el Dos Novillos, ubicado al NE del cráter del Turrialba, y muchos otros más, hoy día destruidos por los efectos de la erosión y la actividad volcánica pasada.

Flujos de lodo (lahares)

Los flujos de lodo o lahares son extremadamente destructivos y han causado muchos desastres. Un flujo de lodo y de detritos volcánicos es generado en muchos casos por material volcánico mezclado con agua proveniente de un lago cratérico, cobertura de nieve o lluvia torrencial.

Algunos depósitos del Turrialba, pobremente seleccionados de menos de 2 m de espesor, que al parecer pueden corresponder con la erupción de 1864-66, se encuentran en

parches a lo largo de los bancos de los ríos Aquiares, cerca del poblado del mismo nombre y en los ríos Guácimo y Roca, unos 7 km al norte de la cima del Turrialba. De tal modo, los lahares podrían presentarse predominantemente en los drenajes de la cumbre hasta sus bases, incluyendo los ríos Toro Amarillo, Mercedes, Elia, Roca, Guácimo, Guayabo, Guayabito y Aquiares (Reagan et al., 2006) y los de la cuenca del Reventazón.

La cuenca del Reventazón drena de suroeste a noreste. Se caracteriza por valles angostos y profundos, que tienen tramos de tan sólo 400 m de ancho con caídas de hasta 100 m y pendientes internas de más del 100% ($>45^\circ$) y en algunos sectores, verticales. La mayoría de los tributarios caen a ellos en cascadas abruptas, y los mismos ríos fluyen entre numerosos rápidos y saltos de mayor o menor dimensión. Los deslizamientos regolíticos y rocosos son frecuentes y numerosos. Los de grandes masas removidas se distinguen muy bien en las imágenes aéreas, aunque parecen ser muy frecuentes, aunque los grandes anfiteatros producidos por los deslizamientos, se encuentran cubiertos de vegetación. Este tipo de morfologías podría ayudar a la erosión de la cuenca en caso de erupción y fomentar eventos laháricos mayores. Se considera sin embargo, que estarían considerados dentro de los eventos mayores de índole hidrológica, debido al largo trayecto entre los tributarios que drenan el área del volcán Turrialba y los sitios de obras.

Seiche

Si un deslizamiento volcánico fluye hacia un lago o embalse entonces puede causar una ola de gran altura (denominada para ambientes continentales como *seiche*). No hay ejemplos de este tipo en nuestro país, generados por causas volcánicas, únicamente se ha analizado hipotéticamente por medios computacionales para el embalse de Arenal en el caso eventual de un deslizamiento o avalancha piroclástica del volcán homónimo (Hidalgo, 1997). Sin embargo, habría que contemplar la remota posibilidad de generarse una ola debido a la entrada de un deslizamiento en el futuro embalse del P.H. Reventazón, ya sea disparado por actividad volcánica (improbable), sísmica o lluvia. Su magnitud, aunque difícil de evaluar, puede compararse con varios de los históricos y prehistóricos.

Movimientos sísmicos

Los sismos que acompañan a las actividades volcánicas son generalmente menores en escala que los no volcánicos, sin embargo, pueden causar daños considerables y eventualmente alcanzar magnitudes de hasta 7,1 (Zobin, 2001). Pueden ocurrir antes, durante o después de una erupción volcánica. En algunos casos, la ocurrencia de sismos puede disparar erupciones y desastres. La erupción de 1723 en el Irazú estuvo acompañada de sismos con magnitud aproximadamente de 5,5 (Alvarado, 2000).

No obstante, debido a la lejanía al proyecto (>20 km) se consideran de baja peligrosidad.

Formación de nuevos cráteres o conos

A lo largo de sistemas de debilidad cortical profunda (por ejemplo fallas) existe la posibilidad de formación de nuevos cráteres, conos piroclásticos, derrames de lava y eventualmente grandes volcanes.

En nuestro caso de interés inmediato, tenemos el sistema fisural donde se encuentran los conos Tiendilla y El Armado (NE-SW), como un sitio eventualmente potencial para la formación de nuevos conos y coladas de lavas (figura 7.7.2.18).

No existe ninguna amenaza por estos fenómenos al Proyecto.

Peligro volcánico visto a la luz de la actividad actual

En este momento es imposible señalar si los “síntomas” que muestra el Turrialba desde su actividad fumarólica menor que presentaba hasta hace unos años, corresponden con una reactivación eruptiva del volcán, con un magma en ascenso, o son solo fluidos hidrotermales en profundidad y hacia sectores más someros, en complemento con movimientos tectónicos en el edificio volcánico (figura 7.7.2.19). Las características de los gases expelidos y la ausencia de deformación en los flancos (comunicación oral, R. Van der Laat, OVSICORI-UNA), así como la falta de sismicidad volcánica y volcano-tectónica profunda o intermedia, hacen suponer movimientos de índole somera.

Con base en los estudios de peligro volcánico anteriores (Paniagua & Soto, 1986; Soto & Paniagua, 1992; Reagan et al, 2006) se establece que la próxima erupción podría suceder en el transcurso de los próximos años o décadas y sus características serían similares a las de 1864-66 (similar a la de Irazú de 1963-65) o incluso menor, y afectarían significativamente los 2-3 km alrededor de los cráteres, y provocando la caída de algunos milímetros de ceniza en el área Metropolitana de San José. Las áreas del proyecto podrían ser afectadas por caída de ceniza muy fina en espesores de trazas. Lahares distales diluidos son posibles.

Figura 7.7.2.19

Esquema de flujo de posibles eventos esperables en un futuro cercano en el volcán Turrialba. Mapa de estructuras de colapso sectorial, depósitos de avalancha y áreas de campos de lavas del Turrialba y alrededores. Representan eventos de muy largo plazo de retorno b) Peligros asociados



7.7.2.4 La amenaza y el riesgo volcánico hacia las obras y personal

Estimación de la probabilidad de una erupción volcánica

¿Cuál podría ser la probabilidad de una erupción importante en el Turrialba o un foco subsidiario? Dado que existen escasas dataciones radiocarbónicas (C-14) y un recuento histórico pequeño (escasos siglos) y como tan solo un evento eruptivo importante se ha registrado históricamente, se puede decir muy poco con exactitud, aunque algunas conclusiones pueden vertirse.

Del mismo modo, la gran pregunta que surge es sobre ¿qué probabilidad existe de que un evento vulcaniano o pliniano ocurra durante el período de vida de las obras (unos 100 años: 2010-2110)? Aunque exista muy poca información, podríamos especular con base en los pocos datos radiométricos de los últimos 3000 años (cuadro 7.7.2.2).

Cuadro 7.7.2.2
Principales erupciones del Turrialba y su lapso de ocurrencia

Edad a.P.	Período entre las erupciones
3350	-
2750	600
1900	850
1310	590
600?	710
84	516
Presente (2008)	142

a.P.: Antes del año 1950.

De lo anterior se desprende que a grosso modo las grandes a moderadas explosiones se distancian entre 516 y 850 años una de otras, para un promedio de 653 años. En la actualidad llevamos 142 años sin erupción, por lo que la probabilidad de un evento importante es baja, pero no imposible.

Vulnerabilidad y riesgo

El concepto de peligrosidad engloba aquel conjunto de eventos que se producen en un volcán y que pueden provocar daños a personas o bienes expuestos, por encima de un nivel o grado de riesgo asumido. Los fenómenos volcánicos peligrosos que pueden ocurrir y que principalmente puedan afectar las obras en cuestión son: caída balística de bombas y bloques, lluvia de cenizas, coladas de lava, flujos y oleadas piroclásticas, gases volcánicos y temblores.

La probabilidad de que el Turrialba llegue a tener una erupción en un siglo es poco probable pero no imposible. Dado que los lapsos de inactividad varían entre 516 y 850 años, y puesto que ya llevamos 142 años desde la última y tomando en cuenta que el proyecto podría empezar en el 2010 con un periodo de vida útil de un siglo, entonces las probabilidades para el período menor de recurrencia estarían entre un 29 y un 48%, mientras que para el período mayor de recurrencia (850 años) serían entre 17-29%. Dicha actividad podría ser de muy baja intensidad (VEI=1-2). La probabilidad de que sea importante en el mismo lapso (VEI 3 o más) resulta ligeramente probable, pero aún si

llegara a suceder, los efectos sobre las obras serían aún relativamente bajos. Para uno mayor (VEI de 4 o más), la probabilidad debe de ser inferior a 1% (ver Newhall & Hoblitt, 2002).

La asa de máquinas, aunque es una estructura bastante rígida, sin mayores problemas va a estar sometida a dos aspectos volcánicos posibles:

- a) Flujos de detritos ("*debris flows*" o lahares) disparados por terremotos o deslizamientos, o por causa volcánica.
- b) Efectos de las cenizas en las turbinas.

La tefra seca (ceniza, lapilli) y no compactada tiene densidades que varían entre 0,4 –0,7 g/cm³, mientras que la tefra húmeda y compactada alcanza valores de densidad de hasta 1 g/cm³ (Blong, 1981, 1984). Sarna-Wojcicki et al. (1981) reportan densidades de hasta 1,25 g/cm³ para tefras húmedas, una vez compactadas pueden adquirir densidades de 1,6 g/cm³ (= 1,6 ton/m³) (Blong, 1996; Ortiz & Araña, 1996). De esta manera, la carga impartida por una capa de caída de tefra de 10 cm de espesor puede variar de entre 40-70 kg/m² para tefras secas y hasta 100-125 kg/m² para húmedas. Los efectos de la carga de tefras sobre edificios varían considerablemente en función del diseño y la construcción. Los techos planos son más propensos a fallar que los inclinados.

La conductividad eléctrica correspondiente a la ceniza húmeda o saturada (1:1 agua/ceniza) varía desde 214 ohm-m para cenizas de grano inferior a 74 micras hasta 164 ohm-m para tamaños superiores a 0,8 mm. Este aumento de la conductividad eléctrica al disminuir el tamaño de grano, provoca que los mayores daños en los sistemas de distribución de energía se produzcan en zonas afectadas por la caída de ceniza más alejadas del volcán (Heiken et al., 1995).

La ceniza puede contener gases nocivos que han sido absorbidos en sus partículas o pueden presentarse como aerosoles. La lluvia ácida por su parte, puede tener un pH de 2-4,5. Los equipos electrónicos pueden sufrir importantes daños por la capacidad abrasiva de la ceniza que tiene una dureza máxima de 7 en la escala de Mohs (con un 5,5 como valor medio, igual al vidrio molido o en polvo, Ortiz & Araña, 1996), o por su comportamiento eléctrico, pudiendo provocar cortocircuitos. La ceniza fina puede producir cortocircuitos en las líneas de transmisión (efectos en los transformadores, arcos aislantes, etc.). Otro factor a considerar es la posibilidad de alteraciones en el campo electromagnético, que dificultan o imposibilitan las telecomunicaciones.

Con base en la información presentada en los apartados anteriores, puede concluirse que en el caso del Turrialba, el proyecto está fuera del área de mayor peligro por caída de piroclastos. No obstante, esto no implica, que en un futuro puede ocurrir un cambio en la dinámica del volcán que pueda generar explosiones más peligrosas.

Tomando en cuenta lo anterior, aún con la poca información que se posee, el sitio de construcción de las obras del P.H. Reventazón queda fuera de las zonas de peligro en lo que se refiere a la actividad volcánica del Turrialba (Paniagua & Soto, 1986, 1988; Soto & Paniagua, 1992; Reagan, 1987, Jerez & Cline, 1990; Soto & Paniagua, 1992 y Reagan et al., 2006), soportado además con el presente estudio.

El factor de exposición, que siempre reduce el factor de riesgo, introduce el hecho que el elemento de riesgo puede o no estar permanentemente en la zona de peligro y se expresa en % del tiempo total. Si asumimos que las obras van a ser construidas para 40-100 años de vida útil, y teniendo en cuenta que se proyecta su inicio en el 2010, tendrían en este momento un factor de exposición del 100% por estar permanentemente expuestas.

También podemos asumir que la vulnerabilidad por los efectos de cenizas y lahares podría tener una escala de daños ligero (10-20%) para un siglo con base en una erupción menor ($VEI < 3$), cuya probabilidad está en el orden de 17-48% (si las suposiciones geohistóricas fuesen correctas y si el volcán continuase con dicho patrón). Entonces el riesgo volcánico lo podríamos calcular como:

$$\text{Riesgo} = \text{Vulnerabilidad} \times \text{Exposición} \times \text{Peligro} = 0,1 - 0,2 \times 1 \times 0,17 - 0,48 \times 100 = 1,7 - 9,6$$

Es decir, se tiene un riesgo puede ser tan bajo como un 1,7% y como máximo teórico de un 9,6%. Si utilizamos el árbol de lógica, las probabilidades son aún más bajas. Hay que tener presente que cuando una estructura sufre daños superiores al 40% (vulnerabilidad) ya no es rentable su reparación y, en teoría, debe ser demolida.

Vigilancia volcánica

La mayoría de las erupciones suelen estar precedidas por señales premonitoras que, si logran reconocerse y auscultarse adecuadamente, podrían brindar la oportunidad de tomar medidas pertinentes con respecto a eventos futuros. Sin embargo, existe el problema del registro de falsas alarmas o alarmas fallidas, o en el caso de activarse un volcán, muchas veces no se sabe con exactitud de qué manera se va a desarrollar la erupción.

Las señales premonitoras pueden ser muy tenues o complejas y, antes de ser interpretadas correctamente, pueden requerir de estudios muy cuidadosos y detallados, de acuerdo con el grado de conocimiento del estado actual del volcán, que puede ser en reposo, actividad exhalativa o actividad eruptiva frecuente o permanente y del pasado eruptivo del volcán mismo.

Desde hace varios años, dos instituciones han mantenido un control periódico sobre la actividad del volcán Turrialba. El OVSICORI-UNA mantiene una vigilancia sismológica diaria a través de una estación sismográfica telemétrica, así como estudios de deformación del terreno y análisis geoquímicos. La RSN (ICE-UCR) ha mantenido una red de estaciones sismográficas en los alrededores del cráter activo para observar las variaciones de sismicidad (profundidad, cantidad y frecuencia de temblores, magnitud, etc.) en periodos cortos a meses. Mantiene una estación sismográfica permanente de banda ancha en la cima.

Cuadro 7.7.2.3

Aspectos que se están controlando periódicamente en el volcán Turrialba.

Aspecto	Observación	Comentario	Institución
Sismicidad	Diario/ periódico	Se medirá con sismógrafos según las crisis	UNA, UCR
Deformación	Mensual	Pequeño abultamiento de inflación que se mantiene	UNA
Geoquímica y datos físicos	Mensual	Se están realizando análisis de gases, temperatura y pH	UNA, UCR
Observación directa	Mensual	Se hacen observaciones del cráter y su substrato rocoso fracturado	UNA, UCR

Una investigación preliminar y breve de las señales volcánicas fue realizado por Mora et al. (2001), quien encontró que las señales sismo-volcánicas presentan formas de onda y contenido de frecuencias variados: a) 2,22-5,7 Hz y 4,65-7,73 Hz. Por su parte, las señales presentan características muy definidas en los ámbitos del tiempo y la frecuencia: 1) la energía concentrada en bajas frecuencias, predominando en la banda comprendida entre los 2 y 4 Hz., 2) formas de onda que se repiten en el tiempo, 3) primera fase impulsiva, y 4) coda prácticamente monocromática.

Los sismos registrados en el 2007, entre abril y mayo, se manifestaban como esencialmente de índole tectónica (figura 7.7.2.20), y luego han cambiado paulatinamente, sin ser claramente volcano-tectónicos. Aún (marzo del 2008) se registran pocos tremores y solamente en trenes aislados en lapsos cortos.

Referente a la actividad fumarólica, es común y ha sido observada en los últimos siglos, antes y después de la erupción de 1864-66. Las bocas de emisión que se concentran en áreas limitadas, mantenían temperaturas que rondaban los 79-90 °C, excepcionalmente superiores (p.ej. 111 °C), o tan baja como 49 °C (p.ej. diciembre 2002), así como la aparición de nuevas solfataras en enero del 2002 (Mora, 2001; Mora et al., 2001; Mora, 2003).

Desde mediados del 2007 se han registrado temperaturas ascendentes hasta cerca de 200 °C, relacionadas con azufre fundido. Los gases son principalmente CO₂, N₂, Ar, He, O₂, Cl, H₂S y SO₂. Entre el volcán Turrialba y el Irazú existe un área con actividad fumarólica y de aguas termales, denominada "Volcancito". En la cuenca alta de Quebrada Gato (5 km al SW de la cima) se identificó un campo de solfataras (T=90,7 °C, controladas por la temperatura de condensación del agua a 2200 m.s.n.m.) que coincide con el alineamiento descrito anteriormente en el capítulo 2 (Soto, 1988).

El monitoreo volcánico del Turrialba no solo debe mantenerse, sino fortificarse a través de nuevas medidas y metodologías, con el objetivo de poder pronosticar y aún mejor, predecir, cualquier actividad anómala o que conlleve a actividad eruptiva, como se ha explicado supra.

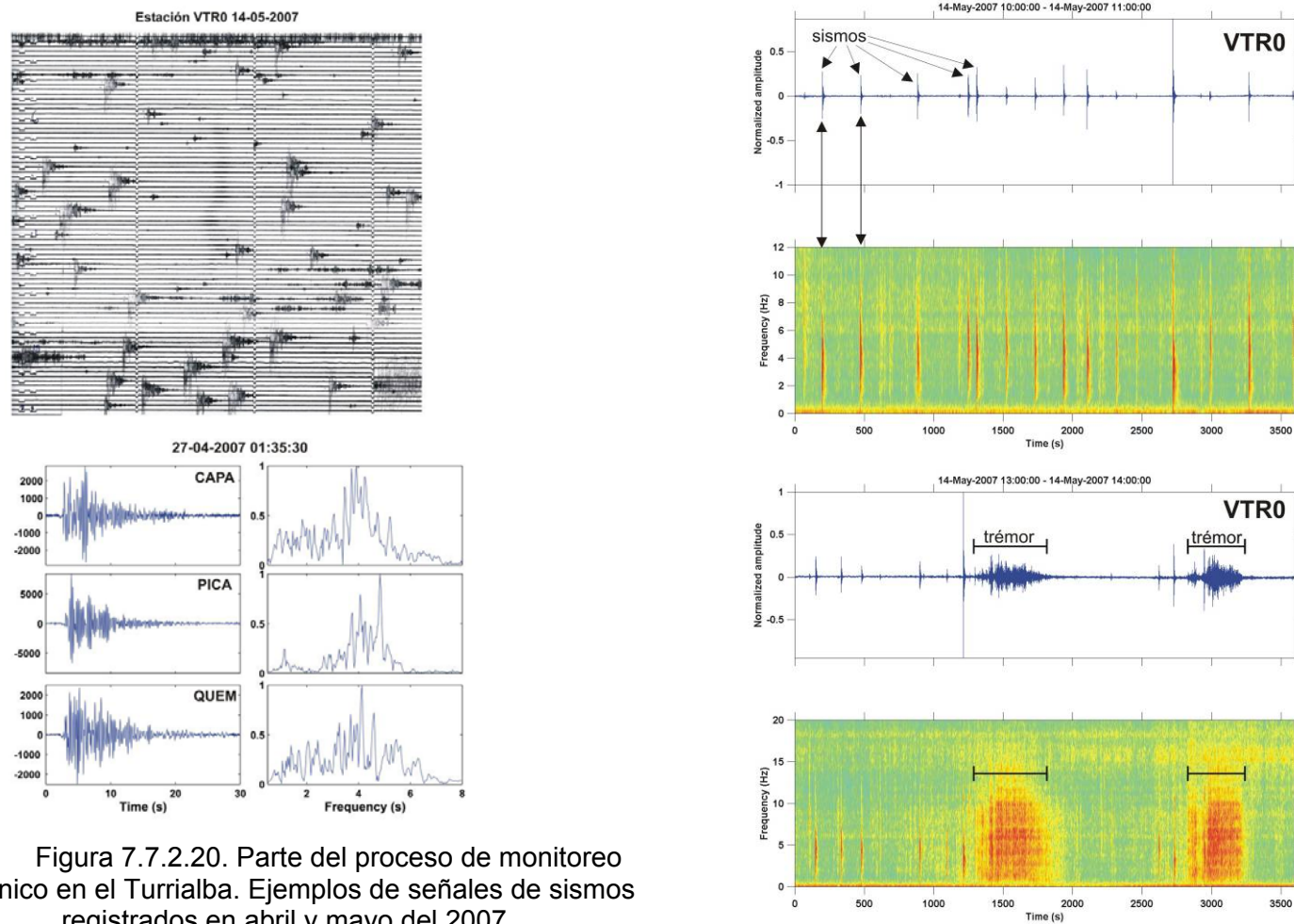
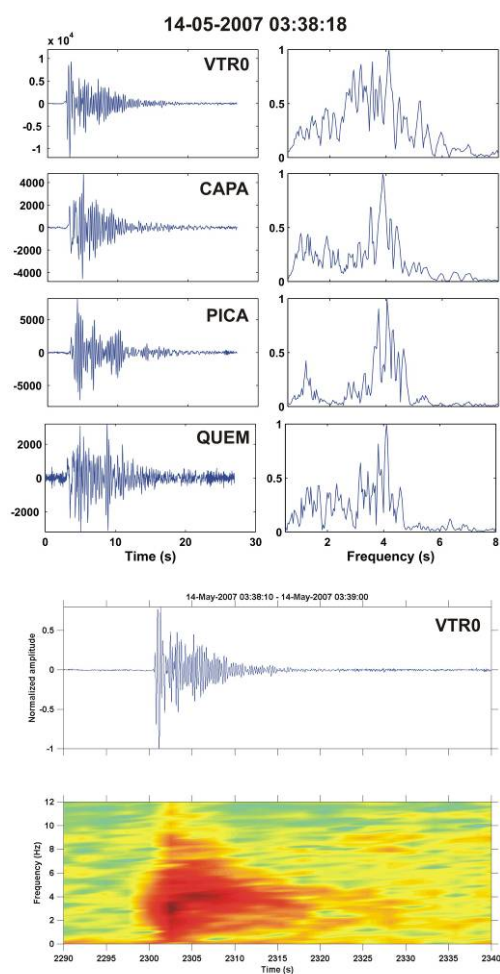


Figura 7.7.2.20. Parte del proceso de monitoreo volcánico en el Turrialba. Ejemplos de señales de sismos registrados en abril y mayo del 2007



Conclusiones y recomendaciones

- El volcán Turrialba y estructuras volcánicas adyacentes se ubican en una zona de fracturas de dirección NE, con una longitud de al menos 11 km. Las fracturas se prolongan en profundidad hacia el SW, y son transversales y traseras al eje volcánico de la Cordillera Volcánica Central. A lo largo de las fracturas del volcán Turrialba se han instalado conos piroclásticos y se han eruptado coladas de lava y además han representado una zona débil para consecuentes avalanchas volcánicas. Por esto, la zona de fracturas es de una alta peligrosidad volcánica futura para las inmediaciones.
- El volcán Turrialba ha eruptado de manera explosiva al menos seis veces durante los últimos 3400 años, la última de ellas entre 1864-66. El período eruptivo más violento fue de tipo pliniano, y sus depósitos corresponden con tefras de caída, oleadas y flujos piroclásticos. El punto de erupción fue cercano al actual cráter central de la cúspide. El depósito más característico es una pómez de caída, que en la cúspide del volcán alcanza varios metros de espesor, y cuyo eje de depositación se orienta hacia el oeste. Se estima que la isopaca de 1 cm cubre un área de 1000 km², y la de 1 mm, 5000 km². El volumen aproximado estimado es de 0,2 km³. A pesar de que el volumen eruptado es relativamente pequeño, esta es la erupción explosiva más voluminosa del Turrialba. La distribución mostrada por las tefras de caída es la típica para este tipo de depósitos en Costa Rica.
- Dentro de las amenazas volcánicas, no se contemplaron eventos catastróficos como pueden ser colapsos parciales del aparato volcánico, dado que son fenómenos eventuales y a largo plazo.
- El P.H. Reventazón se ubica en el flanco ENE del volcán, a 23 km de su cima. La probabilidad de que el Turrialba erupla en el tiempo de utilidad de la obra (unos 100 años o más) es remota pero no imposible (17-48%), dado que el Turrialba es un volcán activo, con erupciones prehistóricas e históricas importantes. Sin embargo, desde hace 140 años no ha tenido ninguna erupción y en los sitios de obras no hay registros geológicos de eventos volcánicos holocenos importantes.
- Dada la ubicación de las obras y la dirección de los vientos, los efectos directos probablemente serían mínimos. Los mayores efectos podrían ser la caída de ceniza fina, y eventualmente lahares. La peligrosidad es mínima dada la ubicación de las obras y la remota posibilidad que un evento de estos se llegue a generar en el período de vida del proyecto. Se estimó que las obras poseen un riesgo volcánico de tan solo 1,6 a 5,4% como máximo, siempre y cuando el patrón continúe como en el pasado y no se genere ningún evento cataclísmico, que aunque poseen un período de recurrencia muy prolongado, no son improbables, geológicamente hablando.
- Los vientos altos en los períodos secos durante dos erupciones prehistóricas, empujaron las columnas de cenizas hacia el área del Caribe de Costa Rica, por tanto, bajo condiciones particulares, los vientos altos pueden hacer que el área afectada por erupciones violentas sea muy amplia y anómala con respecto al patrón normal supuesto.
- Cuando un volcán comienza a mostrar inquietud, particularmente luego de un largo período sin erupciones ("reactivación"), el inicio y la culminación del curso de los eventos son casi siempre inciertos. Los vulcanólogos raramente pueden hacer

predicciones definitivas en estos casos. En general, hay un amplio rango de posibilidades dependiendo de las características del volcán y del marco de investigaciones previas.

- Los organismos que se encargan de realizar las labores de vigilancia del Turrialba son la Red Sismológica Nacional (RSN: ICE-UCR) y el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (OVSICORI-UNA). Se mantiene un sistema de vigilancia activo que se espera pueda pronosticar una futura erupción.

7.7.3 Movimientos en masa

Por su relación con el área del embalse, se ubicó este tema en el apartado 7.1.4 Rasgos principales y zonificación de los movimientos de masas

CAPÍTULO 8

8. Descripción del ambiente biótico

8.1 Introducción

El Área del Proyecto (AP), localizada en el pie de monte del flanco oriental de la Cordillera Volcánica Central en la región Caribe, se ubica dentro de los límites del Área de Conservación Amistad Caribe y no ostenta ninguna categoría especial de conservación, fuera de lo que implican las zonas de protección de ribera. El AP incluye el espacio utilizado por todas las obras del proyecto.

La definición de las áreas de influencia directa e indirecta es demarcada por criterio de experto en las zonas que se consideran serán afectadas de manera directa o indirecta por las diferentes actividades del proyecto. Para el análisis de los impactos al ecosistema, el Área de Influencia Directa (AID), se extiende desde 500 m aguas arriba de la cola del embalse, ubicado al nivel del poblado de Casorla, ascendiendo 500 m en ambas márgenes del futuro embalse hasta 2 Km aguas abajo del sitio de Casa de Máquinas.

El Área de Influencia Indirecta (AII) llega hasta la desembocadura del Parismina y la zona de los canales hasta el límite del Parque Nacional Tortuguero en Laguna Jalova. Se incluyen también terrenos de las Áreas de Conservación Amistad Caribe (ACAC), Cordillera Volcánica Central (ACCVC) y Área de Conservación Tortuguero (ACTo) y una sección de la zona protectora del Río Siquirres, en la margen derecha. Incluye además territorios del Área de Conservación Amistad Caribe.

Según el mapa de zonas de vida, con base en el sistema de Holdridge para Costa Rica (Bolaños y Watson 1993), el Área del Proyecto (AP) se ubica en dos zonas transicionales: la Zonas de Vida del Bosque muy Húmedo Tropical Transición a Pre Montano y en la del Bosque muy Húmedo Pre montano Transición a Basal. El área de Influencia Directa del Proyecto incluye estas dos zonas y además, la zona de vida del bosque Muy Húmedo Tropical en la zona inferior del Río Reventazón y hasta su desembocadura como Río Parismina en el Mar Caribe.

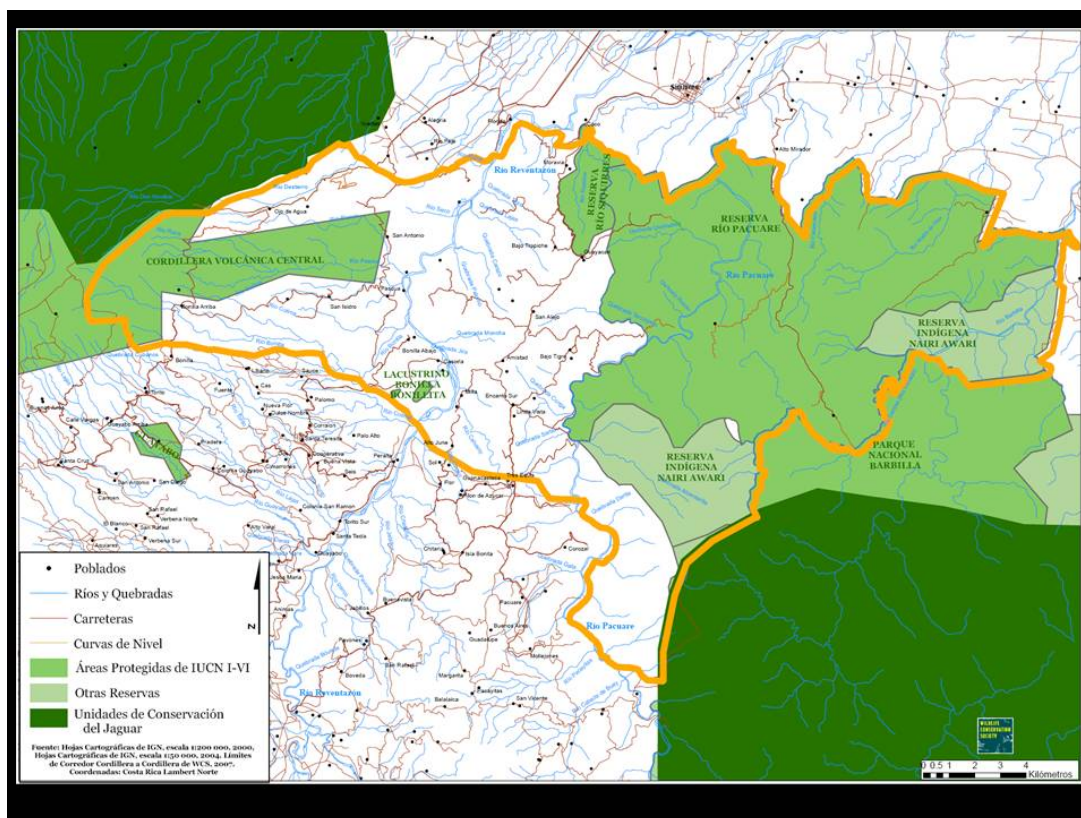
En términos generales, el AP, AID y gran parte del AII presentan gran afectación de sus condiciones naturales como resultado de diferentes procesos de colonización, que datan desde el último cuarto del siglo XIX, con la construcción del ferrocarril, hasta eventos del final del siglo XX, relacionados a la consolidación de actividades productivas como las plantaciones de banano y piña y la construcción de la ruta 32 (Braulio Carrillo). Los ecosistemas terrestres de la cuenca media y baja del río Reventazón se han visto afectados por actividades antrópicas, de tal manera que quedan pocas áreas con cobertura boscosa, la mayoría de ellas de bosques con algún nivel de intervención y bosques de crecimiento secundario. Así mismo, la fauna original de la región ha sido desplazada a las partes altas de las montañas o se han refugiado en los parches que persisten en algunos sectores y en los cordones de vegetación de las áreas de protección de los ríos y quebradas. En términos generales, la fauna original ha sido sustituida por especies de zonas alteradas que amplían su rango de distribución. No obstante esta situación, los estudios realizados en la zona revelan que esta composición de fauna y flora mantienen un alto nivel de diversidad, como se discutirá en las secciones siguientes.

Los cordones de vegetación a las orillas de ríos y quebradas, aunque en unos casos son solo de pocos metros de ancho, cumplen una importante función en la conexión altitudinal desde los bosques de las tierras altas de la cordillera, hasta las tierras bajas y la zona del humedal en el área de los canales. Así mismo, las tierras que han quedado sin cultivar por varios años, debido a situaciones socioeconómicas, hospedan gran cantidad de especies que se han adaptado a aprovechar la alta producción de frutos y semillas de las condiciones de una sucesión inicial.

La conexión Norte–Sur, así como la conexión entre pisos altitudinales de diferentes cuencas, es vital para las especies que necesitan un amplio territorio para cumplir con sus necesidades vitales y que se movilizan entre zonas boscosas de gran tamaño. En la región Caribe, esta conexión se debilita en la cuenca del Reventazón, ya que la frontera agrícola se ha extendido hasta zonas altas de la Cordillera y son parches de bosque los que sostienen algún grado de conectividad.

Existe una propuesta para establecer un corredor biológico que cierre la unidad en la ladera Caribe entre el Parque Nacional Barbilla y el Parque Nacional Turrialba. Este corredor, denominado Corredor Mesoamericano Paseo del Jaguar, se ubica en el sector aguas arriba de la presa, quedando el embalse en el medio (figura 8.1.1). Durante la época lluviosa, el río Reventazón es una barrera real que impide el paso de la fauna en este sector, sin embargo, en la época seca, la fauna mayor tiene posibilidades de cruzar eventualmente el río. Existe un nivel de coordinación con los promotores del proyecto del corredor para integrar los esfuerzos de restauración del ecosistema en la zona cercana a la cola del embalse y establecer un paso en un sitio estratégico para la fauna. Las propuestas de reforestar y promover el pago de servicios ambientales en la parte media de la cuenca fortalece esta iniciativa.

Figura 8.1.1
Áreas Protegidas y Propuesta del Corredor Mesoamericano Paseo del Jaguar en el
Área de Influencia del P.H. Reventazón



Con respecto al ecosistema acuático, el Río Reventazón ha sido utilizado como fuente de producción de energía desde 1966. En el cauce principal a nivel de cuenca media, existen dos represas que seccionan el ecosistema ripario con sus respectivos embalses, que modifican sectores riverinos de condiciones lólicas a condiciones lénticas. La represa de Angostura, con una altura de 36 M y ubicada a 600 m.s.n.m. constituye actualmente la barrera física más importante que separa las poblaciones de peces y de organismos acuáticos en el cauce principal y ha restringido la distribución de algunas especies acuáticas a altitudes inferiores a las que naturalmente se les podía localizar. La integridad del ecosistema acuático se muestra fracturada por las barreras que significan el cauce afectado por la disminución del caudal entre la presa y la restitución posterior de las aguas, por la barrera física de la presa y por la barrera ecológica que significa la laguna del embalse para las especies que no pueden adaptarse a una condición léntica.

Desde otro punto de vista, el de las aves acuáticas, el cauce del río Reventazón ha sido utilizado como una ruta para ingresar a los valles del Guarco y Central, para poder atravesar el país hasta el litoral del Pacífico, donde tanto el río como tal, sus principales afluentes y el conjunto de lagunas y lagunetas que existen en las cercanías de las márgenes del río, constituyen desde el aire, un corredor acuático, que brinda espejos de agua y condiciones óptimas como sitios de descanso para aves migratorias altamente dependientes de los sistemas acuáticos.

Desde los primeros días posteriores al llenado del embalse de Angostura en el año 2000, se reportaron especies de aves acuáticas que no habían sido observadas antes en los inventarios realizados en la zona. (Barrantes et al, 2000). En este conjunto, los embalses han significado para estas especies una ampliación del hábitat, donde algunas de ellas se han establecido como especies residentes y otras los utilizan en el paso de su ruta migratoria.

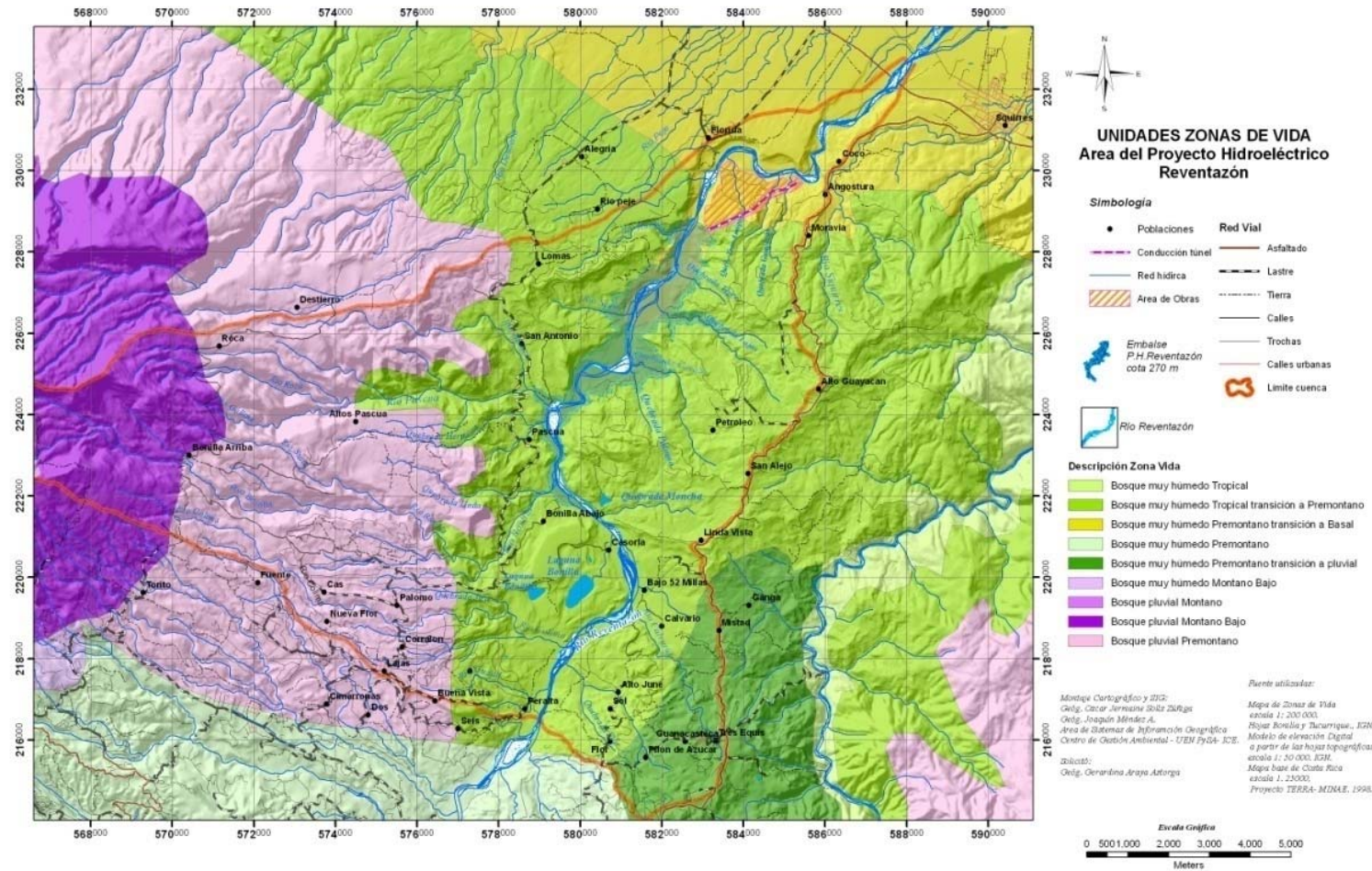
El ambiente marino costero está conformado por el estero que se ubica en la zona de influencia de las mareas en contacto con la desembocadura del río Parismina, esta zona es parte del sistema de lagunas costeras, canales barras e islas de barrera del Caribe. El río Reventazón ejerce una importante influencia en la dinámica de este sistema tanto con el aporte de agua como con el aporte de sedimentos.

8.2 Ambiente Terrestre

Las macro obras que incluyen el área del proyecto se ubican según la clasificación del sistema de zonas de vida de Holdridge (1982) en dos zonas transicionales: la Zonas de Vida del Bosque muy Húmedo Tropical Transición a Pre Montano y en la del Bosque muy Húmedo Pre montano Transición a Basal. (figura 8.1.2).

La zona prevista para el embalse se encuentra casi en su totalidad en la zona de Vida del Bosque muy Húmedo Tropical Transición a Pre Montano, así mismo una sección de la línea de túnel. Esta zona se caracteriza por un bioclima que presenta un rango de precipitación que oscila entre los 4000 y los 5500 mm, con una bio temperatura y un rango de temperaturas de los 21.5 °C a los 24 °C y con un período seco efectivo de 0 a 3.5 meses. En su estado natural, el bosque característico de esta zona es siempre verde, con tres estratos. Los árboles son altos (40 a 50 mts), rectos y por lo general presentan gambas o alerones. Las epífitas y lianas son abundantes. Es una zona de alta producción de biomasa, por lo que es recomendada para actividades forestales. (Bolaños y Watson 1993).

Figura 8.1.2.
Zonas de Vida en el Área de Influencia del P.H. Reventazón



Actualmente, la zona prevista para el embalse lo constituye el cañón del río y las laderas de las márgenes hasta la cota 265 msnm. En secciones importantes, estas laderas se encuentran cubiertas de bosque. En la mayoría de los casos, son bosques a los que se les sacado la mayor parte de la madera de interés comercial. Algunas secciones están cubiertas de pastos y otras zonas están totalmente al descubierto debido a que han sufrido derrumbes.

El resto del Área del proyecto (AP), a saber: Sitio de presa, una parte de la línea de túnel, tanque de oscilación, sub-estación, casa de máquinas y campamentos, se encuentran ubicados en la Zona de Vida del Bosque muy Húmedo Pre montano transición a basal.

Esta zona de vida tiene una precipitación abundante pero no excesiva. El rango de precipitación en la transición a basal (cálida) es de 3000 a 4000 mm. El rango de bio temperatura va de los 24 °C a los 25 °C y el de temperatura anual entre 24 °C a los 27 °C, con un período seco efectivo muy variable, que puede ir de los 0 a los 5 meses.

Descripción del ecosistema del Área del Proyecto

El área del sitio de presa, en ambas márgenes presenta cobertura boscosa. La margen derecha es una pared alta, mientras que la margen izquierda posee una terraza de aluvión que precede la pared del cañón, en esta terraza estaba ubicado un tramo de la línea férrea.

El tanque de oscilación se ubica en una zona de pastizal y plantación, sin embargo, dada el área que se necesita para la maniobra de los vehículos puede ser que se necesite utilizar una parte de la zona que tiene cobertura boscosa.

La tubería de presión corre superficialmente por una línea de 400 mts con cobertura de bosque secundario, bosque ripario y cruza las quebradas Sibón*, Rívilus*, Tres Amigos y Guayacán. **(*Nota: Las Quebradas Rívilus y Sibon fueron nombradas por el equipo biótico debido a que no se tuvo referencia en la zona ni bibliográfica sobre el nombre de las mismas.)** Estas quebradas tienen cobertura boscosa en sus márgenes.

El área de los campamentos y plantel están ubicadas en una zona de plantación forestal abandonada, charral y potrero. Frente al área de campamentos existe una pequeña depresión con suelos poco permeables, donde se acumula el agua y se forma una poza que es utilizada por ranas, sapos y tortugas. La vegetación de este sector es característica de zonas húmedas, entre las que se destacan plantas herbáceas como el junco y ciperáceas.

Debido a la cantidad de material que se debe remover del sitio de presa, es necesario tener disponible un buen número de sitios que cumplan con las condiciones idóneas para acumular el material proveniente de la excavación.

El área de Influencia Directa del Proyecto incluye estas dos zonas de vida y además, la zona de vida del bosque Muy Húmedo Tropical en la parte inferior del Río Reventazón y hasta su desembocadura como Río Parismina en el Mar Caribe.

La zona de vida del bosque muy húmedo tropical se caracteriza por una alta precipitación que oscila en un rango entre lo 4000 mm y los 6000 mm con una bio temperatura anual entre 24 °C y 25 °C. La precipitación excesiva es una limitante para el desarrollo de las

actividades agrícolas en este bio clima, sin embargo, la actividad forestal es la que mejor se adapta, ya que esta es una zona de alta producción de biomasa, por lo que los bosques tienden a ser exuberantes (Bolaños y Watson 1993) y los árboles alcanzan las mayores alturas. Se considera la zona de mayor riqueza en especies arborescentes (Hartshorn, 1991).

Sitios propuestos para escombrera

Se han identificado 15 sitios que pueden ser utilizados como escombreras, las características de cada una se resumen a continuación en el cuadro 8.1.1:

Cuadro 8.1.1
Descripción de sitios de escombreras

ESCOMBRERA	CARACTERÍSTICAS
Sitio 01	Vegetación: Potrero, limita con calle, aproximadamente a 500 de Quebrada Guayacán, naciente estacional al lado de la calle.
Sitio 02	Plantación forestal abandonada, árboles nativos aislados. Bosque Ripario. Presencia de <i>Dendrobates pumilio</i> , armadillos, aves.
Sitio 03	Plantación forestal abandonada, limita con quebrada Rívilus.
Sitio 04	Bosque, plantación forestal, potrero, pendiente ondulada, naciente de Quebrada Tres Amigos, se observó yaguarundí. Muy alta diversidad en ranas.
Sitio 05	Potrero, Naciente, pendiente moderada.
Sitio 06	Potrero, la cruza una quebrada.
Sitio 07	Potrero, uso en ganadería, drenaje en el centro.
Sitio 08	Crecimiento secundario, vegetación arbustiva.
Sitio 09	Plantación forestal o agrícola, vegetación arbustiva.
Sitio 10	Charral, vegetación arbustiva, pendiente leve.
Sitio 11	Potrero, terraza a orilla del río.
Sitio 12	Pendiente pronunciada, potrero, drenaje en el centro, limita con bosque. Presencia de gran población de <i>D. pumilio</i> .
Sitio 13	Bosque secundario, paleo cauce, se encuentra en la zona del embalse. Presencia de gran población de <i>D. pumilio</i> .
Sitio 14	Finca de ganado, pastizales, se encuentra en el área del embalse.
Sitio acopio	Potrero, humedal con vegetación herbácea.
Sitio acopio	Cauce principal, detrás de la ataguía.

NOTA: Ver mapa de escombreras en descripción de obras.

8.2.1 Cobertura vegetal

El Área del Proyecto (AP) posee un área de 986 ha. El mapa de vegetación (figura 8.2.1) muestra la ubicación y distribución de los tipos de vegetación, donde se aprecia que la zona ha sido deforestada y el bosque remanente se encuentra fragmentado y localizado principalmente en franjas angostas en las orillas de los cursos de agua y en parches de mediana a baja extensión.

El cuadro 8.2.1, muestra el área de cada unidad de vegetación ocupando los pastos la mayor parte con un 41% (409 ha) y luego el bosque con un 27 % (266 ha). Los parches de bosque de mayor extensión se encuentran en la margen derecha del río Reventazón, localizados en las cercanías del sitio de presa hasta el cañón de la quebrada Lajas. La margen izquierda está más deforestada con únicamente franjas boscosas angostas en los cauces de las quebradas Linda y Hermosa y los ríos Rubio, Seco, Pascua y Bonilla, y en algunas laderas empinadas como la Fila Túnel.

La reforestación ocupa unas 63 ha. (6.6%) localizadas en la margen derecha aguas abajo del embalse, en la zona de la tubería, la subestación, la fábrica de tubos y otras obras conexas como patios, caminos y escombreras. En estas plantaciones se encuentran algunas nacientes y transcurren tres quebradas sin nombre que aportan caudal al tramo crítico, dos de ellas fueron nombradas Rívilus y Sibon por el equipo biótico.

Para el AID y AII, se mantiene el mismo patrón de la distribución de la vegetación señalado anteriormente para el AP, estando el bosque concentrado en la margen derecha, ocupando parcialmente las zonas de recarga y las nacientes de las principales quebradas que caen al embalse tales como Tigre, Lajas y Carazo, no así para el caso de las quebradas Palomo y Moncha que están más deforestadas. Adicionalmente se encuentra un parche boscoso de mediana extensión cubriendo las nacientes de las quebradas Guayacán y Tres Amigos, las cuales cumplen una función sumamente importante al alimentar el caudal de compensación del tramo crítico del río Reventazón entre la presa y el desfogue.

En la margen izquierda, las franjas boscosas de los cañones de los ríos Pascua y Bonilla se conectan con los bosques a mayor altitud de las faldas del volcán Turrialba, aportando caudal al embalse. Las márgenes de los ríos Seco y Rubio únicamente poseen franjas muy angostas de vegetación arbórea y sus nacientes y zonas de recarga están deforestadas, asimismo ocurre con la quebrada Borrachos que aporta agua al caudal de compensación.

La figura 8.2.2 y el cuadro 8.2.1 muestran la ubicación y la extensión de las unidades de vegetación en la AII. Los pastos ocupan la mitad del área (3750 ha) y el bosque una tercera parte (2420 ha), el charral-tacotal y la reforestación abarcan extensiones similares de 5 y 4% respectivamente, y los cultivos ocupan únicamente 200 ha correspondientes a un 3%.

Figura 8.2.1 Mapa de vegetación del Área del Proyecto (AP) del P.H. Reventazón

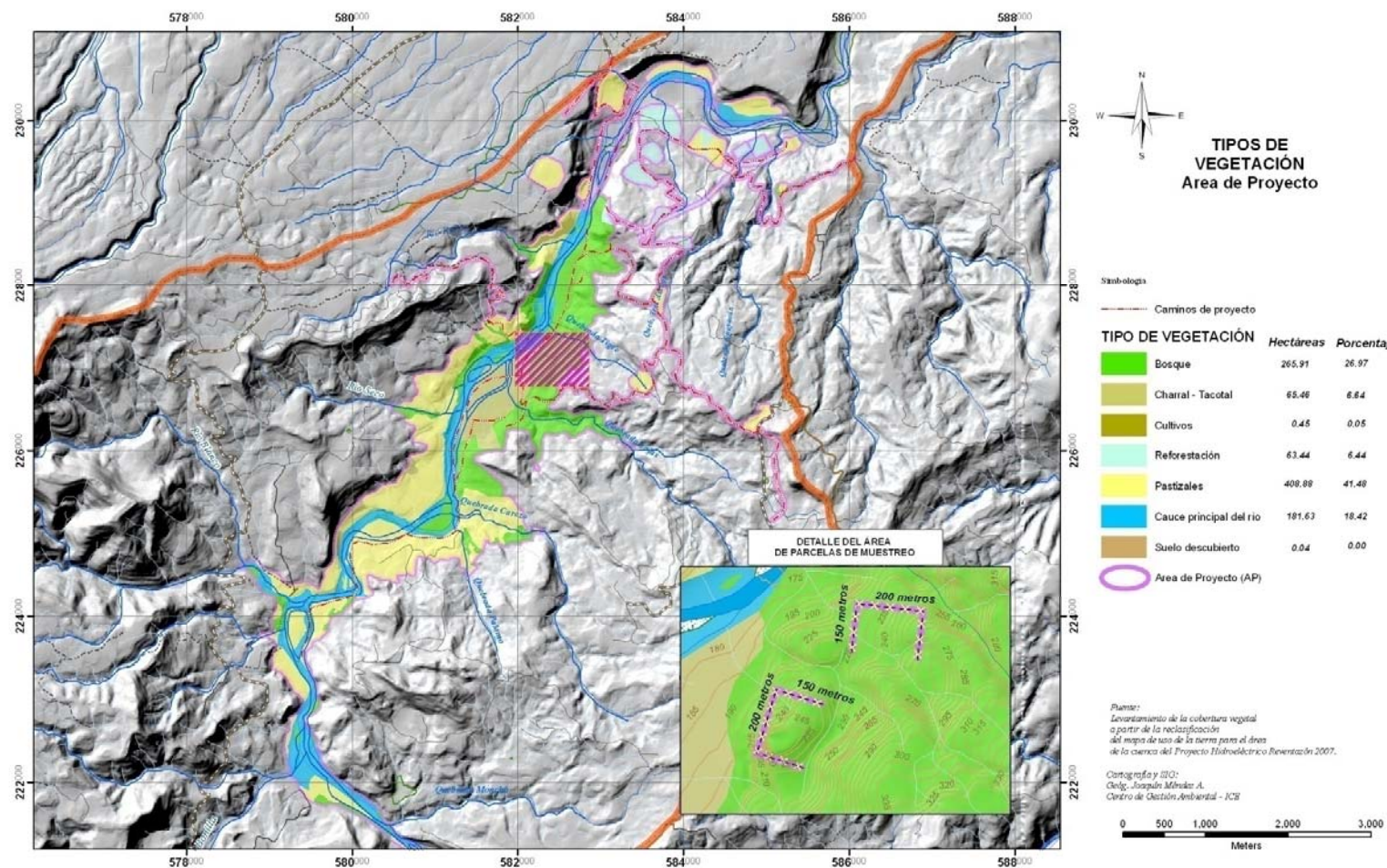
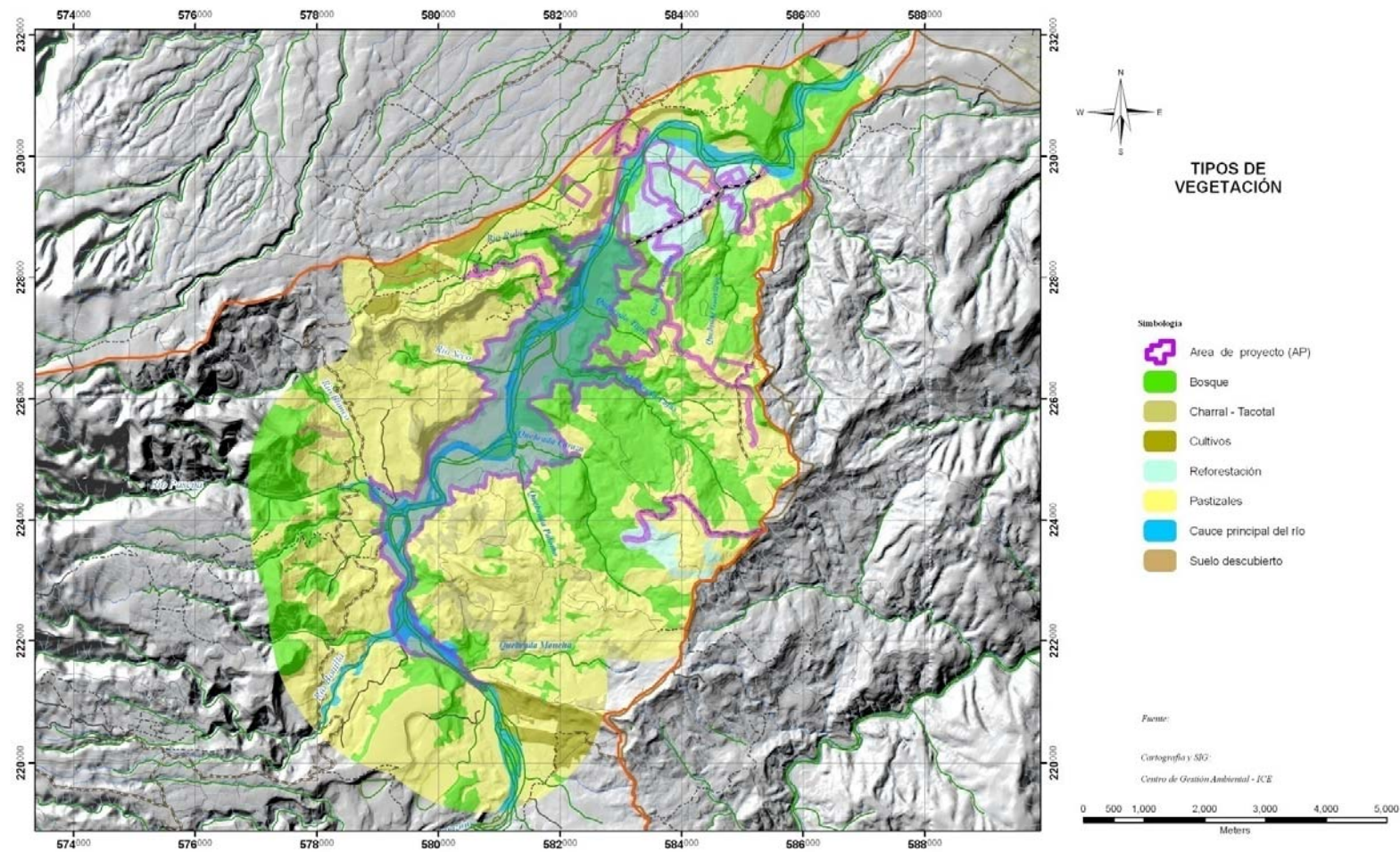


Figura 8.2.2 Mapa de vegetación del Área de Influencia Indirecta (AII) del P.H. Reventazón



Cuadro 8.2.1
Extensión de las unidades de vegetación en las áreas de influencia

Unidad de vegetación	AP		AID		AII	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Pastizales	408.9	41.5	1701.9	45.5	3751.3	50.7
Bosque	265.9	27	1274	34	2421.1	32.8
Charral-tacotal	65.5	6.6	169.2	4.5	351.6	4.8
Reforestación	63.4	6.4	293	7.8	306.8	4.2
Cauce principal del río	181.6	18.4	271.5	7.3	346.6	4.7
Cultivos	.5	0.05	30.6	0.8	200.8	2.7
Suelo descubierto	0.05	0.01	3.2	0.1	14.4	0.2
Total	985.8	100	3743.4	100	7392.6	100.1

Caracterización de la vegetación

Para la caracterización de los tipos de vegetación menos diversos tales como potreros, charrales y plantaciones forestales, se realizaron recorridos en el área de estudio. En ecosistemas más complejos como el bosque, se realizó un muestreo selectivo en el AP mediante el establecimiento de parcelas en sitios representativos, utilizando transectos (20 x 500 m) de 1 ha, donde se determinaron parámetros de estructura, densidad, composición florística y abundancia. Para la selección de los sitios representativos se confeccionaron varios carriles a lo largo de los parches boscosos de mayor extensión del AP, sobre los cuales se establecieron las unidades de muestreo.

Este tipo de muestreo ha sido utilizado por organizaciones como el Centro Científico Tropical (CCT) y la Organización de Estudios Tropicales (OET) para identificar y describir tipos homogéneos de vegetación (Peralta, 1985a; Peralta, 1985b, Hartshorn y Peralta 1988; Lieberman *et al.* 1996). El concepto de homogeneidad implica poca variación de los diferentes factores de la vegetación y el terreno dentro de una determinada unidad de tierra, al igual que un patrón regular de variación de los mismos.

La figura 8.2.1 muestra la ubicación de las unidades de muestreo localizadas en el AP, donde las obras del Proyecto afectarían zonas boscosas. En éstas se consideraron todos los individuos de diámetro ≥ 10 cm, a los cuales se les midió el diámetro a la altura de pecho (1.3 m. sobre el suelo) o a 30 cm. arriba de las gambas y se identificaron las especies directamente en el campo o mediante muestras botánicas con la asesoría de los dendrólogos Diego Argüello, Pablo Sanchez y Luis Poveda. Para la flora menor se identificaron las especies de plantas arbustivas, herbáceas, palmas y helechos del sotobosque, considerando individuos menores a 10 cm. de DAP y mayores a 30 cm. de altura. En los anexos se presentan los datos de campo.

a. Bosque maduro

El bosque del área de estudio localizado en un rango altitudinal de 130 a 300 m.s.n.m., consiste en un ecosistema maduro intervenido, explotado comercialmente en el pasado, por lo tanto su densidad es media con un área basal promedio de 16.2 m² /ha y una predominancia de árboles delgados, tal como lo refleja su distribución diamétrica (Ver figura 8.2.3) donde se aprecia que solamente el 8% de los individuos poseen diámetros mayores a 40 cm.

Su riqueza arbórea es media con un promedio de 93 especies/ha (individuos con diámetros ≥ 10 cm), sin embargo en las zonas de protección de las quebradas la composición florística es más diversa. A pesar de las intervenciones pasadas, la distribución de los árboles semilleros remanentes es uniforme y el sotobosque presenta una alta diversidad en flora menor, con abundancia de árboles de porte bajo, palmas, ciclantáceas, marantáceas, aráceas, arbustos, hierbas, helechos, epífitas, bejucos y enredaderas. Tal diversidad de flora menor y de especies arbóreas con gran cantidad de flores y frutos comestibles, provee un hábitat rico en alimentación y refugio para la fauna silvestre.

El bosque maduro intervenido del área de influencia del proyecto, presenta zonas alteradas con charral-tacotal con muchas enredaderas, plantas arbustivas, herbáceas y algunos árboles aislados. Asimismo en sitios de pendiente escarpada sujetos a deslizamientos como el cañón del río Reventazón, el ecosistema es un mosaico compuesto por la matriz de bosque maduro, tapizado con sectores de vegetación secundaria donde predominan árboles delgados, arbustos, enredaderas y herbáceas pioneras.

El dosel del bosque maduro presenta árboles altos de grandes dimensiones de especies esciófitas totales y parciales como ira patón, espavel, pilón, javillo, sangrillo, cucaracho, sangregao, ojoche, zapotillo, cashá, surá, níspero, palmitos dulce y amargo, manteco, madroño, guayabo de charco, corteza, chancho blanco, jobo, cucaracho, fruta dorada, chaperno, manú plátano, amargillo, níspero colorado, fruta escobo, titor, panamá, costilla de danto, ajillo, guabo, ron ron, garrocho, gavilana, chilamate, comenegro, yema de huevo, nance macho, níspero zapotillo, chumico, ojochillo, cola de pavo, frijolón, ceiba, ojoche negro, caobilla, mastate, higueros y guácimo colorado, junto con árboles esciófitos de estratos intermedios y bajos como canfincillo, copal, ocoras, lagartillo, guatil, muñeco, abrojo, ira, alma negra, papayillo, cascúa, fosforillo, laurel mastate, cuero de vieja, aceituno, *Trichilia sp*, ira quizarra, kerosene, amargón, chupetilla, canfín, palo azul, chayotillo, zopilote, *Guarea pterorachis*, colpalchí, tabacón, garrapatillo, ojochillos, caimito y aguacatillos, además de guabas y yos, entre otros.

El sotobosque es medianamente denso, típico de bosques maduros, con gran cantidad de regeneración natural de las especies arbóreas de estratos superiores, arbolitos, arbustos, hierbas, palmas, helechos arborescentes, bejucos, enredaderas y hepífitas, tales como: *Psycotria sp*, *Hoffmannia sp.*, *Razisea spicata*, limoncillo, palo de leche, zamia, palma sombrero, orejas de burro, pichipan, labios de mujer, carambola de monte, abrojo, varias murta, cacao de montaña, tucuico, *Xilopia bocatorena*, guayabo de mono, cerillo, *Cojoba valerioi*, jicarito, naranjito, cascúa, caña de danta, *Talisia nervosa*, *Pentagonia macroP.H.ylla*, *Mollinedia pinchotiana*, *Tabebuia sp*, camarón, tabaconcillo, *Duguetia sp*, *Guatteria sp*, sulfatillo, *Clavija costaricana*, tinajita, *Strychnos peckii*, coquito, platanillas, bigaguas, matambas, mano de tigre, amarillito, ocora, palma cola de pez,

suita, caña agria, **Drymonia sp**, *Serjania sp*, pejibaye de montaña, **Cassipourea elliptica**, **Hasseltia floribunda**, jorco, **Ardisia sp**, *Borojoa panamensis*, **Duroia sp**, **Capparis sp**, Huevos de caballo, **Paratesis sp**, chupón de mono, **Alseis sp**, biscoyol, sainillo, cola de gallo, pacayas, muchos tipos de arbustos de las familias Piperaceae y Melastomataceae como rabo de ratón, anisillos y lengua de vaca, al igual que arbustos y herbáceas de las familias Rubiaceae, Acanthaceae, EuP.H.orbiaceae y Marantaceae, junto con áraceas terrestres y trepadoras, así como piñuelas orquídeas, bejucos y enredaderas que tapizan los troncos y las copas de los árboles. Debido al madereo, caída de árboles, crecidas y deslizamientos, hay zonas con alta luminosidad ya sean claros, al igual que en los cauces de ríos y quebradas donde, se encuentra vegetación secundaria con especies heliófitas efímeras y durables como capulín, guarumo, guabas, hule, colpalchí, laurel zopilote, cordoncillo, cuajiniquil, **Erythrina gibosa**, guácimo, **Casearia sp**, jacaranda, gavián, laurel, targúa, chanco blanco, burío ratón, anonillo, balsa, rabo de ratón, guácimo blanco, lengua de vaca, peine de mico, cuajiniquil, zorrillo, ortiga, capulín blanco, **Desmoncus sp**, **Banisteriopsis sp.**, papagallo, chapernos, aceituno, burío, botarama, palo de leche, cornizuelo, yutí, moquito, caña brava, carboncillo y sotacaballo.

El cuadro 8.2.2 muestra la composición florística total de este bosque maduro intervenido, el cual posee 193 especies de plantas, incluyendo árboles, arbustos, y algunas herbáceas, palmas y enredaderas. El cuadro 8.2.3 y la figura 8.2.4 muestran la abundancia de especies arbóreas, donde se aprecia la predominancia de los palmitos (**Iriartea deltoidea** y **Socratea exorrhiza**) los cuales en conjunto poseen más del 14% del total de individuos. Por ser un bosque intervenido de densidad media, la mayor incidencia lumínica ha favorecido en el dosel el desarrollo de la especie heliófita guácimo blanco (**Goethalsia meantha**) junto con otras especies esciófitas parciales y totales como: fruta escoba, fruta dorada, nisperos, yema de huevo, caimito y caobilla. En el estrato medio dominan los ocoras, canfines y guabas junto con laurel mastate y en el sotobosque predomina pichipán y la palma coquito.

Como es característico de bosques maduros, la mayoría de especies poseen poca representatividad. En este caso en las dos hectáreas muestreadas, las 30 especies más abundantes mencionadas en el párrafo anterior, equivalen a un 23% del total de especies y abarcan casi el 60% de los árboles, en contraposición 6 especies de abundancia media poseen de 10 a 15 individuos cada una y aportan un 10% del total de árboles, otras 13 especies de baja abundancia tienen de 5 a 9 individuos por especie y la gran mayoría (79 especies) son escasas con únicamente de 1 a 4 individuos cada una.

Cuadro 8.2.2
Composición florística del bosque maduro intervenido

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Estrato
1	Abrojo	<i>Sloanea pica pica</i>	Elaeocarpaceae	Estrato medio
2	Ajillo	<i>StryP.H.nodendron microstachyum</i>	Mimosaceae	Dosel
3	Alma negra	<i>Coccoloba tuerckhemii</i>	Polugonaceae	Estrato medio
4	Almendro de río	<i>Andira inermis</i>	Papilionaceae	Estrato medio
5	Alseis sp.	<i>Alseis sp.</i>	Rubiaceae	Sotobosque
6	Amargillo	<i>Aspidosperma spruceanum</i>	Apocynaceae	Emergente
7	Amargón	<i>Naucleopsis naga</i>	Moraceae	Estrato medio
8	Amarillito	<i>Cassipourea elliptica</i>	RhizoP.H.oraceae	Sotobosque
9	Anonillo	<i>Rollinia pittieri</i>	Annonaceae	Estrato medio
10	Anthurium spp.	<i>Anthurium spp.</i>	Araceae	Sotobosque
11	Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i>	Bombacaceae	Estrato medio
12	Besleria notabilis	<i>Besleria notabilis</i>	Gesneriaceae	Sotobosque
13	Bigaguas	<i>Calathea spp.</i>	Marantaceae	Sotobosque
14	Borojoa panamensis	<i>Borojoa panamensis</i>	Rubiaceae	Sotobosque
15	Botarama	<i>Vochysia ferruginea</i>	Vochysiaceae	Dosel
16	Burío	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Tiliaceae	Estrato medio
17	Burío ratón	<i>Hampea appendiculata</i>	Malvaceae	Estrato medio
18	Cacao de mono	<i>Theobroma simiarum</i>	Sterculiaceae	Sotobosque
19	Cacao de montaña	<i>Herrania purpurea</i>	Sterculiaceae	Sotobosque
20	Caimito	<i>ChrysoP.H.yllum sp.</i>	Sapotaceae	Dosel
21	Calabacillo	<i>AmP.H.itecna latifolia</i>	Bignoniaceae	Sotobosque
22	Caladium spp.	<i>Caladium spp.</i>	Araceae	Sotobosque
23	Camarón	<i>Marila pluricostata</i>	Clusiaceae	Sotobosque
24	Canfín	<i>Protium glabrum</i>	Burseraceae	Estrato medio
25	Canfincillo	<i>Protium costaricense</i>	Burseraceae	Estrato medio
26	Caña agria	<i>Costus sp.</i>	Costaceae	Sotobosque
27	Caña de danta	<i>Geonoma congesta</i>	Arecaceae	Sotobosque
28	Caobilla	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae	Dosel
29	Capparis mollicela	<i>Capparis mollicela</i>	Capparidaceae	Sotobosque
30	Capulín blanco	<i>Trichospermum galeottii</i>	Tiliaceae	Dosel
31	Carambola de montaña	<i>Carpotroche platyptera</i>	Flacoutiaceae	Sotobosque
32	Cascúa	<i>Cupania glabra</i>	Sapindaceae	Estrato medio
33	Casearia sp.	<i>Casearia sp.</i>	Flacoutiaceae	Sotobosque
34	Cashá	<i>Abarema idiopoda</i>	Mimosaceae	Dosel
35	Cedro maría	<i>CaloP.H.yllum brasilense</i>	Clusiaceae	Dosel

36	Cerillo	<i>Symplocaria globulifera</i>	Clusiaceae	Sotobosque
37	Chanco blanco	<i>Vochysia guatemalensis</i>	Vochysiaceae	Dosel
38	Chaperno	<i>Lonchocarpus sp.</i>	Papilionaceae	Dosel
39	Chayotillo	<i>Alchornea costaricensis</i>	EuP.H.orbiaceae	Estrato medio
40	Chilamate	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae	Dosel
41	Chumico	<i>Pourouma bicolor</i>	Cecropiaceae	Estrato medio
42	Chumico 2	<i>Pourouma minor</i>	Cecropiaceae	Estrato medio
43	Chupetilla	<i>Heisteria concinna</i>	Olacaceae	Estrato medio
44	Chupón de mono	<i>Theobroma mamosum</i>	Sterculiaceae	Sotobosque
45	Clarisia racemosa	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	Estrato medio
46	Cojoba valerioi	<i>Cojoba valerioi</i>	Mimosaceae	Sotobosque
47	Cola de gallo	<i>Calyptranthes ghiesbreghtiana</i>	Arecaceae	Sotobosque
48	Cola de pavo	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	Papilionaceae	Dosel
49	Colpalchí	<i>Croton schiedeana</i>	EuP.H.orbiaceae	Estrato medio
50	Comenegro	<i>Lonchocarpus ferrugineus</i>	Papilionaceae	Dosel
51	Coquito	<i>Astrocaryum alatum</i>	Arecaceae	Sotobosque
52	Cornizuelo	<i>Acacia ruddiae</i>	Mimosaceae	Estrato medio
53	Corteza	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	Dosel
54	Costilla de danto	<i>Lecointea amazonica</i>	Papilionaceae	Dosel
55	Coussarea sp.	<i>Coussarea sp.</i>	Rubiaceae	Sotobosque
56	Cristóbal	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Papilionaceae	Dosel
57	Cuajiniquil	<i>Inga sp.</i>	Mimosaceae	Estrato medio
58	Cucaracho	<i>Guettarda turrialbana</i>	Rubiaceae	Dosel
59	Cuero de vieja	<i>Mortonioidendron anisophyllum</i>	Bombacaceae	Dosel
60	Curá	<i>Viburnum venustum</i>	Caprifoliaceae	Sotobosque
61	Dichapetalum donell-smithii	<i>Dichapetalum donell-smithii</i>	Dichapetalaceae	Sotobosque
62	Drymonia sp	<i>Drymonia sp</i>	Gesneriaceae	Sotobosque
63	Duguetia sp.	<i>Duguetia sp.</i>	Annonaceae	Sotobosque
64	Duroia sp	<i>Duroia sp</i>	Rubiaceae	Sotobosque
65	Espavel	<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae	Dosel
66	Eugenia acapulensis	<i>Eugenia acapulensis</i>	Myrtaceae	Sotobosque
67	Fosforillo	<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliaceae	Estrato medio
68	Frijolón	<i>Dussia macrophylla</i>	Papilionaceae	Dosel
69	Fruta dorada	<i>Virola koschnii</i>	Myristicaceae	Dosel
70	Fruta dorada 2	<i>Virola sebifera</i>	Myristicaceae	Estrato medio
71	Fruta escobo	<i>Otoba novogranatensis</i>	Myristicaceae	Dosel
72	Garrapatillo	<i>Hirtella americana</i>	Chrysobalanaceae	Sotobosque
73	Garrocho	<i>Quararibea oococalix</i>	Bombacaceae	Dosel
74	Gavilana	<i>Albizia adinocarpa</i>	Mimosaceae	Dosel
75	Guaba	<i>Inga sp.</i>	Mimosaceae	Estrato medio

76	Guaba 2	<i>Inga sp. 2</i>	Mimosaceae	Estrato medio
77	Guaba peluda	<i>Inga oerstediana</i>	Mimosaceae	Dosel
78	Guabo ron ron	<i>Inga leiocalycina</i>	Mimosaceae	Dosel
79	Guacimo	<i>Guazuma invira</i>	Sterculiaceae	Estrato medio
80	Guacimo blanco	<i>Goethalsia meiantha</i>	Tiliaceae	Dosel
81	Guacimo colorado	<i>Luehea seemannii</i>	Tiliaceae	Dosel
82	Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Cecropiaceae	Estrato medio
83	Guatíl	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	Estrato medio
84	Guatteria sp.	<i>Guatteria sp.</i>	Annonaceae	Sotobosque
85	Guayaba de mono	<i>Posoqueria latifolia</i>	Rubiaceae	Sotobosque
86	Guayaba de mono 2	<i>Posoqueria grandiflora</i>	Rubiaceae	Sotobosque
87	Guayabo de charco	<i>Terminalia bucidoides</i>	Combretaceae	Dosel
88	Hasseltia floribunda	<i>Hasseltia floribunda</i>	Flacourtiaceae	Estrato medio
89	Helecho arborescente	<i>Cyathea sp.</i>	Cyatheaceae	Sotobosque
90	Higuerón	<i>Ficus spl</i>	Moraceae	Dosel
91	Hirtella sp.	<i>Hirtella sp.</i>	Chrysobalanaceae	Estrato medio
92	Hoffmania sp.	<i>Hoffmania sp.</i>	Rubiaceae	Sotobosque
93	Huesillo	<i>Talisia nervosa</i>	Sapindaceae	Sotobosque
94	Huevos de caballo	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	Apcynaceae	Sotobosque
95	Huevos de gallo	<i>Clavija costaricana</i>	TheoP.H.rastaceae	Sotobosque
96	Hule	<i>Castilla elastica</i>	Moraceae	Estrato medio
97	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	Dosel
98	Ira	<i>Nectandra sp.</i>	Lauraceae	Estrato medio
99	Ira patón	<i>Ocotea sp.</i>	Lauraceae	Dosel
100	Ira quizarra	<i>Nectandra sp.</i>	Lauraceae	Estrato medio
101	Javillo	<i>Hura crepitans</i>	EuP.H.orbiaceae	Dosel
102	Jobo	<i>Spondia mombin</i>	Anacardiaceae	Dosel
103	Jorco	<i>Garcinia intermedia</i>	Clusiaceae	Sotobosque
104	Kerosene	<i>Tetragastris panamensis</i>	Burseraceae	Estrato medio
105	Labios de mujer	<i>Psycotria elata</i>	Rubiaceae	Sotobosque
106	Lacunaria panamensis	<i>Lacunaria panamensis</i>	Quiinaceae	Estrato medio
107	Lagartillo	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	Estrato medio
108	Laurel mastate	<i>Cordia cymosa</i>	Boraginaceae	Estrato medio
109	Laurel zopilote	<i>Cordia lucidula</i>	Boraginaceae	Estrato medio
110	Lengua vaca	<i>Conostegia sp.</i>	Melastomataceae	Estrato medio
111	Limoncillo	<i>Siparuna sp.</i>	Monimiaceae	Sotobosque
112	Lunania sp.	<i>Lunania sp.</i>	Flacourtiaceae	Sotobosque
113	Madroño	<i>Pouteria sp.</i>	Sapotaceae	Estrato medio
114	Mano de tigre	<i>Monstera spp.</i>	Araceae	Sotobosque
115	Manteco	<i>Tapirira myriantha</i>	Anacardiaceae	Dosel
116	Manú	<i>Minquartia guianensis</i>	Olacaceae	Estrato medio

117	Manu platano	<i>Vitex cooperi</i>	Verbenaceae	Dosel
118	Mastate	<i>Poulsenea armata</i>	Moraceae	Dosel
119	Matamba	<i>Desmoncus sp.</i>	Arecaceae	Sotobosque
120	Merremia discoidisperma	<i>Merremia discoidisperma</i>	Convolvulaceae	Enredadera
121	Mollinedia pinchotiana	<i>Mollinedia pinchotiana</i>	Monimiaceae	Sotobosque
122	Moquito	<i>Saurauria yasicae</i>	Actinidiaceae	Sotobosque
123	Muñeco	<i>Cordia sp.</i>	Boraginaceae	Estrato medio
124	Murta	<i>Myrcia splendens</i>	Myrtaceae	Sotobosque
125	Murta 2	<i>Eugenia sp.</i>	Myrtaceae	Sotobosque
126	Nance macho	<i>Clethra mexicana</i>	Clethraceae	Estrato medio
127	Naranjito	<i>Swartzia simplex</i>	Papilionaceae	Sotobosque
128	Nispero	<i>Pouteria sp.2</i>	Sapotaceae	Dosel
129	Nispero colorado	<i>Pouteria sp. 3</i>	Sapotaceae	Dosel
130	Nispero zapotillo	<i>Pouteria sp.4</i>	Sapotaceae	Dosel
131	Ocora	<i>Guarea sp.</i>	Meliaceae	Estrato medio
132	Ocora 2	<i>Guarea glabra</i>	Meliaceae	Estrato medio
133	Ocora 3	<i>Guarea grandiflora</i>	Meliaceae	Dosel
134	Ocora alado	<i>Guarea pterorhachis</i>	Meliaceae	Estrato medio
135	Ocora cacao	<i>Guarea rhopalocarpa</i>	Meliaceae	Sotobosque
136	Ojoche	<i>Brosimum allicastrum</i>	Moraceae	Dosel
137	Ojoche macho	<i>Brosimum lactecens</i>	Moraceae	Dosel
138	Ojochillo	<i>Pseudolmedia spurea</i>	Moraceae	Estrato medio
139	Ojochillo 2	<i>Olmedia sp.</i>	Moraceae	Sotobosque
140	Ojochillo 3	<i>Sorocea sp.</i>	Moraceae	Sotobosque
141	Orejas de burro	<i>Cyclanthus bipartitus</i>	Cyclanthaceae	Sotobosque
142	Asplundia alata	<i>Asplundia alata</i>	Cyclanthaceae	Sotobosque
143	Pacaya	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Arecaceae	Sotobosque
144	Palanco	<i>Sapranthus sp.</i>	Annonaceae	Sotobosque
145	Palma sombrero	<i>Carludovica palmana</i>	Cyclanthaceae	Sotobosque
146	Palmito	<i>Euterpe sp.</i>	Arecaceae	Estrato medio
147	Palmito amargo	<i>Socratea exorrhiza</i>	Arecaceae	Dosel
148	Palmito dulce	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae	Dosel
149	Panamá	<i>Sterculia recordiana</i>	Sterculiaceae	Dosel
150	Papayillo	<i>Jacaratia dolichaula</i>	Caricaceae	Estrato medio
151	Papayillo de venado	<i>Jacaratia spinosa</i>	Caricaceae	Estrato medio
152	Paratesis sp.	<i>Paratesis sp.</i>	Myrsinaceae	Sotobosque
153	Paullinia sp.	<i>Paullinia sp.</i>	Sapindaceae	Bejuco
154	Peine mico	<i>Apeiba membranaceae</i>	Tiliaceae	Dosel
155	Pejibaye de montaña	<i>Bactris sp.</i>	Arecaceae	Sotobosque
156	Pentagonia macroP.H.ylla	<i>Pentagonia macroP.H.ylla</i>	Rubiaceae	Sotobosque
157	P.H.ylodendron spp.	<i>P.H.ylodendron spp.</i>	Araceae	Sotobosque

158	P.H.yllantus skutchii	<i>P.H.yllantus skutchii</i>	EuP.H.orbiaceae	Estrato medio
159	Pichipan	<i>Colubrina apinosa</i>	Rhamnaceae	Sotobosque
160	Pilón	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	EuP.H.orbiaceae	Dosel
161	Piñuelas	Varios géneros	Bromeliaceae	Hepifitas
162	Platanillas	<i>Heliconia spp.</i>	Heliconiaceae	Sotobosque
163	Poró	<i>Erythrina gibosa</i>	Papilionaceae	Sotobosque
164	Posoqueria sp.	<i>Posoqueria sp.</i>	Rubiaceae	Sotobosque
165	Pouteria leptopedicellata	<i>Pouteria leptopedicellata</i>	Sapotaceae	Estrato medio
166	Psycotria sp.	<i>Psycotria sp.</i>	Rubiaceae	Sotobosque
167	Quizarra	<i>Ocotea nicaraguensis</i>	Lauraceae	Sotobosque
168	Quizarra 2	<i>Ocotea sp.</i>	Lauraceae	Estrato medio
169	Rabo de ratón	<i>Piper spp.</i>	Piperaceae	Sotobosque
170	Randia pittieri	<i>Randia pittieri</i>	Rubiaceae	Sotobosque
171	Razisea spicata	<i>Razisea spicata</i>	Acanthaceae	Sotobosque
172	Roble coral	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	Dosel
173	Rubiaceae	<i>Rubiaceae</i>	Rubiaceae	Sotobosque
174	Sangrillo	<i>Pterocarpus hayesii</i>	Papilionaceae	Dosel
175	Sainillo	<i>Dieffenbachia sp.</i>	Araceae	Sotobosque
176	Serjania sp.	<i>Serjania sp.</i>	Sapindaceae	Bejuco
177	Strychnos peckii	<i>Strychnos peckii</i>	Loganiaceae	Bejuco
178	Suita	<i>Asterogyne martiana</i>	Arecaceae	Sotobosque
179	Surá	<i>Terminalia oblonga</i>	Combretaceae	Dosel
180	Syngonium spp.	<i>Syngonium spp.</i>	Araceae	Sotobosque
181	Tabacón	<i>Grias cauliflora</i>	Lecythidaceae	Estrato medio
182	Tetrorchidium euryP.H.yllum	<i>Tetrorchidium euryP.H.yllum</i>	EuP.H.orbiaceae	Sotobosque
183	Tinajita	<i>Pentagonia donell-smithii</i>	Rubiaceae	Sotobosque
184	Titor	<i>Sacoglottis trichogyna</i>	Humiriaceae	Dosel
185	Trichilia sp.	<i>Trichilia sp.</i>	Meliaceae	Estrato medio
186	Tucuico	<i>Ardisia sp.</i>	Myrsinaceae	Sotobosque
187	Xilopia bocatorena	<i>Xilopia bocatorena</i>	Annonaceae	Sotobosque
188	Yema de huevo	<i>Chimarris parviflora</i>	Rubiaceae	Dosel
189	Yos	<i>Sapium sp.</i>	EuP.H.orbiaceae	Estrato medio
190	Zamia	<i>Zamia skinnerii</i>	Zamiaceae	Sotobosque
191	Zapote	<i>Pouteria sp.</i>	Sapotaceae	Dosel
192	Zapotillo	<i>Pouteria sp.1</i>	Sapotaceae	Dosel
193	Zopilote	<i>Hernandia stenura</i>	Hernandiaceae	Estrato medio

Zonas abiertas con alta luminosidad				
N°	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Estrato
1	Aceituno	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	Estrato medio
2	Achiotillo	<i>Vismia baccifera</i>	Clusiaceae	Sotobosque
3	Aguacatillo	<i>Persea caerulea</i>	Lauraceae	Estrato medio
4	Anonillo	<i>Rollinia Pittieri</i>	Annonaceae	Estrato medio
5	Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i>	Bombacaceae	Estrato medio
6	Botarama	<i>Vochysia ferruginea</i>	Vochysiaceae	Dosel
7	Bigaguas	<i>Calathea spp.</i>	Marantaceae	Sotobosque
8	Burío	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Tiliaceae	Estrato medio
9	Burío ratón	<i>Hampea appendiculata</i>	Malvaceae	Estrato medio
10	Capulín	<i>Trema micrantha</i>	Ulmaceae	Estrato medio
11	Capulín blanco	<i>Trichospermum galeottii</i>	Tiliaceae	Dosel
12	Carboncillo	<i>Albizia carbonaria</i>	Mimosaceae	Dosel
13	Chancho blanco	<i>Vochysia guatemalensis</i>	Vochysiaceae	Dosel
14	Chaperno	<i>Lonchocarpus sp.</i>	Papilionaceae	Dosel
15	Chilamate	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae	Dosel
16	Colpalchí	<i>Croton schiedeanus</i>	EuP.H.orbiaceae	Estrato medio
17	Cordoncillo	<i>Myriocarpa longipes</i>	Urticaceae	Sotobosque
18	Cornizuelo	<i>Acacia ruddiae</i>	Mimosaceae	Estrato medio
19	Cuajiniquil colorado	<i>Inga marginata</i>	Mimosaceae	Estrato medio
20	Gavilán	<i>Pentaclethra macroloba</i>	Mimosaceae	Dosel
21	Gavilana	<i>Albizia adinoceP.H.ala</i>	Mimosaceae	Dosel
22	Gavilana 2	<i>Neurolaena lobata</i>	Asteraceae	Sotobosque
23	Guaba caite	<i>Inga spectabilis</i>	Mimosaceae	Estrato medio
24	Guaba chilillo	<i>Inga edulis</i>	Mimosaceae	Dosel
25	Guacimo	<i>Guazuma imvira</i>	Sterculiaceae	Estrato medio
26	Guacimo blanco	<i>Goethalsia meiantha</i>	Tiliaceae	Dosel
27	Guacimo colorado	<i>Luehea seemannii</i>	Tiliaceae	Dosel
28	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpiniaceae	Dosel
29	Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Cecropiaceae	Estrato medio
30	Hoja de estrella	<i>Piper auritum</i>	Piperaceae	Sotobosque
31	Higuerón 2	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	Dosel
32	Hule	<i>Castilla elastica</i>	Moraceae	Estrato medio
33	Jacaranda	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae	Dosel
34	Javillo	<i>Hura crepitans</i>	EuP.H.orbiaceae	Dosel
35	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	Dosel
36	Laurel zopilote	<i>Cordia lucidula</i>	Boraginaceae	Dosel
37	Lengua de vaca 2	<i>Miconia argentea</i>	Melastomataceae	Sotobosque
38	Manga larga	<i>Casearia arborea</i>	Flacourtiaceae	Sotobosque

39	María	<i>Conostegia xalapensis</i>	Melastomataceae	Sotobosque
40	Moquito	<i>Saurauria yasicae</i>	Actinidiaceae	Sotobosque
41	Papagayo	<i>Bocconia frutecens</i>	Papaveraceae	Sotobosque
42	Platanillas	<i>Heliconia spp.</i>	Heliconiaceae	Sotobosque
43	Poró 2	<i>Erythrina costaricensis</i>	Papilionaceae	Sotobosque
44	Poró extranjero	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Papilionaceae	Dosel
45	Ortiga	<i>Urera baccifera</i>	Urticaceae	Sotobosque
46	Rabo de ratón	<i>Piper spp.</i>	Piperaceae	Sotobosque
47	Senna sp.	<i>Senna sp.</i>	Mimosaceae	Sotobosque
48	Sotacaballo	<i>Zigia longifolia</i>	Mimosaceae	Estrato medio
49	Targúa	<i>Croton draco</i>	EuP.H.orbiaceae	Estrato medio
50	Tuete	<i>Vernonia patens</i>	Asteraceae	Sotobosque
51	Yutí	<i>Musa sp.</i>	Musaseae	Sotobosque
52	Zorrillo	<i>Cestrum sp.</i>	Solanaceae	Sotobosque

Cuadro 8.2.3
Abundancia de especies bosque maduro intervenido

Especie		Cantidad	Especie		Cantidad
1	Abrojo	2	60	Hoffmannia sp.	1
2	Ajillo	2	61	Hule	8
3	Albizia adinoceP.H.ala.	1	62	Indio desnudo	1
4	Alma negra	1	63	Ira	1
5	Almendra de río	1	64	Ira patón	5
6	Alseis sp.	7	65	Ira quizarra	2
7	Amargillo	1	66	Jobo	4
8	Amargón	2	67	Jorco	2
9	Anonillo	7	68	Kerosene	7
10	Balsa	1	69	Lagartillo	1
11	Borojoa panamensis	1	70	Laurel mastate	18
12	Burío	2	71	Laurel zopilote	7
13	Burío ratón	2	72	Lengua vaca	1
14	Caimito	18	73	Lunania sp	2
15	Canfín	17	74	Madroño	1
16	Canfincillo	9	75	Malagueto	1
17	Caobilla	18	76	Manteco	11
18	Capulín blanco	7	77	Manu	4
19	Casearia sp.	2	78	Manu plátano	7
20	Chanco blanco	3	79	Mastate	15
21	Chaperno	8	80	Moquito	2
22	Chayotillo	2	81	Muñeco	1
23	Chumico	2	82	Murta	1
24	Chupetilla	2	83	Nance macho	1
25	Chupón de mono	1	84	Nísperos (3 especies)	13
26	Cola de pavo	1	85	Ocoras (5 especies)	35
27	Colpalchí	2	86	Ojoche	1
28	Come negro	1	87	Ojoche negro	1
29	Coquito	25	88	Ojochillo	1
30	Cornizuelo	1	89	Palmito amargo	25
31	Costilla de danto	2	90	Palmito dulce	82
32	Cucaracho	10	91	Panamá	2
33	Cuero de vieja	13	92	Papayillo	7
34	Desconocido 1	6	93	Peine mico	2
35	Desconocido 2	2	94	Pentagonia macroP.H.ylla	4
36	Desconocido 3	1	95	Pichipan	27
37	Desconocido 4	1	96	Pilón	8
38	Desconocido 5	1	97	Poró	1
39	Desconocido 6	1	98	Pouteria leptopedicellata	3
40	Dichapetalum donell-smithii	1	99	Pseudolmedia spurea	1
41	Duroia sp.	7	100	Quizarrá	4
42	Eugenia acapulensis	1	101	Quizarrá 2	1
43	Fosforillo	3	102	Rubiaceae (4 especies)	6
44	Frijolón	2	103	Sangrillo	13
45	Fruta dorada	22	104	Tabacón	4
46	Fruta dorada 2	1	105	Tinajita	3
47	Fruta escobo	31	106	Titor	6

48	Garrocho	2	107	Trichilia sp.	12
49	Guaba (3 especies)	23	108	Tronco seco	3
50	Guabo ron ron	1	109	Tucuico	1
51	Guácimo	1	110	Viburnum venustum	1
52	Guácimo blanco	41	111	Xilopia bocatorena	3
53	Guarumo	9	112	Yema de huevo	19
54	Guaitil	1	113	Yos	1
55	Guayabo de charco	3	114	Zapote	1
56	Hasseltia floribunda	4	115	Zapotillo	1
57	Higuerón	2	116	Zopilote	4
58	Hirtella sp.	4		Total de individuos	745
				128 especies/2 ha	

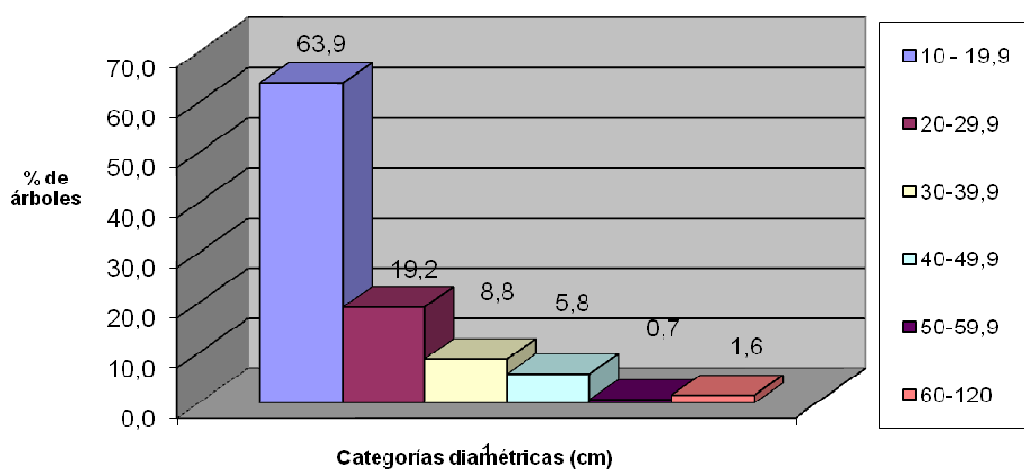
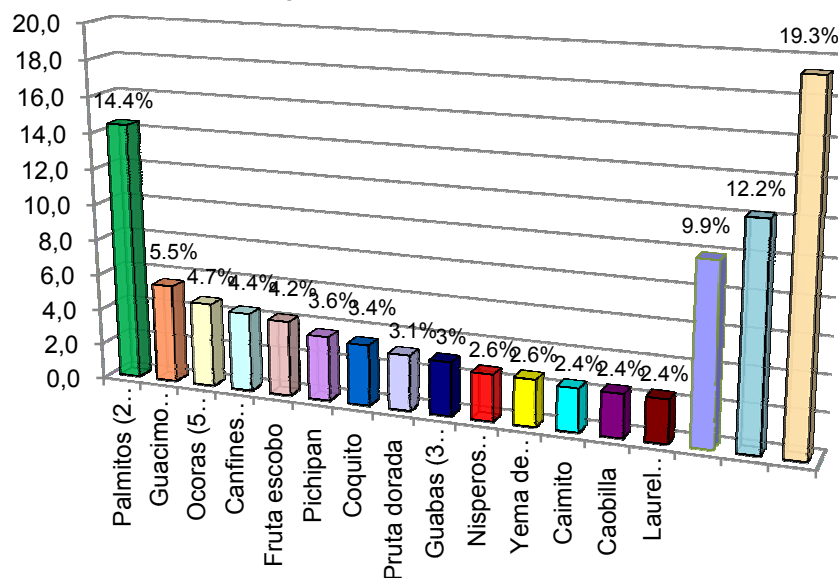


Figura 8.2.3 Distribucion diamétrica del bosque maduro intervenido

Figura 8.2.4 Abundancia de especies del bosque maduro intervenido
128 especies arbóreas 745 árboles/2ha



b. Zonas alteradas con pastos y charral-tacotal

La mayor parte de la margen izquierda del río Reventazón y algunos sectores de la margen derecha, como en las inmediaciones de la finca Carazo, la cola del embalse y la casa de máquinas, son zonas alteradas ocupadas principalmente por pastos y charrales. La vegetación arbórea existente son franjas angostas de 10 a 15 m de ancho en las márgenes de los cursos de agua, con alta incidencia de luz y con predominancia de especies heliófitas y pioneras típicas de ambientes alterados como: poró, carboncillo, sotacaballo, falsa ortiga, cordoncillo, papagayo, guarumo, palo de leche, rabo de ratón, caña brava, yutí, helechos, platanillas, begonias, aráceas, palma sombrero, capulín, balsa, burío, guabas y cuajiniquiles, targúa, colpalchí, cascúa, botarama, burío ratón, guácimo blanco, aguacatillos, cornizuelo, lengua de vaca, yos y hule. Algunos tramos de estas franjas poseen arboles altos remanentes del bosque original como espavel, javillo, ceiba, surá, chilamate, guácimo colorado, garrocho, ajillo pilón, higueros, caimitos, gavián, almendro de río, manú plátano, sangrillo, mastate y otros.

El charral-tacotal también se presenta en las márgenes inmediatas de algunos afluentes caudalosos del río Reventazón como el río Bonilla y la quebrada Lajas, que están sujetos a crecidas periódicas, por tanto esta dinámica hidrológica provoca una constante alteración del cauce y sus márgenes.

En el cauce del río Reventazón se localizan islas formadas de material arrastrado por la corriente, cubiertas de charral y vegetación característica de etapas iniciales de la sucesión secundaria. En las islas de mayor tamaño con menor alteración, la sucesión ha avanzado permitiendo el establecimiento de especies de etapas más avanzadas de este proceso de regeneración natural como guácimo colorado, espavel, higuero colorado, chilamate, frijolón, laurel, chancho blanco, jobo, higueros, guácimo blanco, ira patón, quizarra, fruta dorada, fruta escobo, chaperno y aguacatillo.

c. Plantaciones forestales

Varias obras del proyecto como la tubería forzada, la subestación, la planta de concreto, la fábrica de tubos, escombreras y algunos caminos de acceso, se ubicarán en zonas ocupadas por plantaciones forestales de laurel (***Cordia alliodora***), establecidas por la compañía Plywood hace más de 20 años. El desarrollo del laurel es bajo con predominio de individuos delgados debido a una mala selección sitio - especie, además dentro de las plantaciones hay presencia de árboles nativos aislados de especies como: guabas, guarumos, poró, guácimo blanco, pichipán, cascúa, anonillo, hule, balsa, aceituno, burío, y carboncillo, con un estrato bajo compuesto por gramíneas y varios arbustos y herbáceas como tuete, caña agria, limoncillo, zorrillo, escobilla, rabo ratón, lengua vaca, al igual que aráceas trepadoras y terrestres.

En un área de aproximadamente 1.5 ha cercana al sitio del plantel central se localizan plantaciones forestales con especies nativas como: caobilla (***Carapa guianensis***), cativo (***Prioria copaifera***) y almendro (***Dipteryx panamensis***).

Especies amenazadas, escasas y en peligro de extinción

En lo referente a flora en peligro de extinción, en el sotobosque del bosque maduro se encuentran algunas especies de helechos arborescentes de la familia Cyatheaceae, pertenecientes a los géneros ***Alsop.H.ylla*** y ***Cyathea*** y también la cycadP.H.yta ***Zamia***

skinnerii. En los estratos intermedios y superiores del bosque hay plantas epifitas de la familia Orchidaceae (orquídeas) de los géneros *Oncidium*; **Brassia**; **P.H.ragnipedium** y la guaria Turrialba (**Cattleya doviana**) especie endémica y en vías de extinción, asimismo piñuelas de los géneros **Tillandsia**, **Vriesea**, **Werauhia**, **Aechmea**, **Bromelia** y **Catopsis** de la familia Bromeliaceae. También hay presencia de palmito amargo y dulce (**Socratea exorrhiza** e **Iriartea deltoidea**) tanto en bosque como en los potreros.

En cuanto a especies arbóreas; en los potreros de la zona de casa de máquinas se localizaron varios individuos de manú (**Minquartia guianensis**) especie calificada como amenazada. En el bosque se encuentran árboles de frijolón (**Dussia macroprop.H.yllata**) y titor (**Sacoglottis trichogyna**) que están clasificados como amenazado y escaso respectivamente y además se observó un individuo de **Lacunaria panamensis**. En el bosque también se encuentran árboles de cola de pavo (**Hymenolobium mesoamericanum**) y se detectó un individuo de cristóbal (**Platymiscium pinnatum**) ambas especies calificadas en peligro de extinción y vedadas.

8.2.2 Fauna

La fauna terrestre en el área del proyecto es la característica de zonas alteradas con representación de especies de bosque que se han refugiado en los sectores que todavía mantienen una cobertura forestal importante.

La información sobre vertebrados terrestres que se incluye es el resultado de un inventario realizado entre el año 2005 y el 2007 a través de estudios de campo de los proyectos caudales de compensación (Chaves, Gamboa y Svenson, 2007), e información de referencia recopilada en los estudios previos del P.H. Reventazón (Segura *et al*, 2006; Rojas, Segura y Bermúdez *et al*, 2006; Portilla y Rojas (ed.), 2002).

Los estudios de campo para el diagnóstico del P.H. Reventazón (2007-2008) incluyeron muestreos en transectos, tanto diurnos como nocturnos, en los sitios que representaban las condiciones donde se instalarán las obras del proyecto y sectores del área de influencia directa e indirecta. Según el grupo que se estaba recolectando, se utilizaron redes de niebla para captura de murciélagos, binoculares para la observación de aves, lámparas de halógeno para la búsqueda nocturna de anfibios y reptiles. En los casos en que fue necesario, se recolectaron en forma manual los especímenes para su identificación y se liberaron posteriormente en el sitio de colecta. Los especímenes que se necesitó preservar, se encuentran temporalmente como colección de referencia en el laboratorio del ICE y posteriormente se entregarán a las colecciones nacionales según lo dispone el permiso de colecta científica otorgado por el MINAE (Resolución 159-2007-SINAC).

La identificación de especies se realizó con la ayuda de claves de campo, consulta a expertos (Brian Kubicki, Mónica Springer, Carlos Esquivel), la información fue incorporada a la base de datos biológica del software RANA del ICE. Se exploraron 22 sitios ubicados a lo largo del AP, AID All (figura 8.2.5)

Por las condiciones de facilidad de observación, el grupo de las aves es el más representativo, mientras que los más difíciles de observar son los mamíferos, por lo que los resultados de un inventario reflejan la condición mínima de presencia de especies, no representa las poblaciones en total ni tampoco necesariamente lo único que hay. La interpretación y uso de la información debe ajustarse a las condiciones para la

observación, el esfuerzo de campo realizado y la pericia del observador para reconocer los indicios para identificar las especies.

Anfibios

La riqueza relativa en especies de anfibios sobresale entre los diferentes grupos de vertebrados terrestres a pesar de que a nivel mundial las poblaciones de anfibios han caído abruptamente y muchas especies están en grave peligro de extinción, en esta zona hay gran diversidad. Para esta área, Kubicki (2007) reporta 60 especies y califica el sitio como uno de los más diversos del país con excepción de algunas áreas protegidas (Reserva Biológica La Selva). De este listado se consiguió coleccionar 32 especies de anfibios durante el estudio (Cuadro 8.2.4) y otras seis especies que fueron observadas por Segura (2006) pero que no se lograron observar en este estudio. Ocho de las especies observadas están amenazadas de extinción y una es de distribución restringida. Por sus requerimientos de hábitat, son consideradas como indicadores de calidad del ecosistema. Se utilizó la guía de anfibios y reptiles de Savage, *et al.*, (2002) y de ranas de vidrio de Costa Rica (Kubicki, 2007).

El grupo de la familia Centrolenidae (ranitas de vidrio) está representado en la zona por seis especies y la familia Hylidae (ranas arbóreas) por diez especies. Por las características de su ciclo reproductivo, las ranitas de vidrio y los miembros de la familia de los hílidos son altamente dependientes de las quebradas de corriente suave, de la presencia de pozas y remansos y de que exista vegetación en las orillas de la quebrada. Por esta razón, la conservación del ecosistema ripario es crucial para estas especies. La ranita de vidrio (***Cochranella ilex***) habita en el dosel del bosque a unos 4 metros de altura y es difícil de observar, por lo que su hallazgo en la quebrada Guayacán es de gran relevancia para destacar la importancia de la zona. Algunos de los Hílidos se mantienen en el dosel del bosque y bajan al sotobosque en temporada de reproducción, por lo que se les escucha cuando llueve pero es difícil observarlos. La rana leopardo (***Hyla ebraccata***) y la rana de antifaz (***Smilisca P.H.aeota***) se observaron en forma abundante en el área del proyecto (Quebradas Guayacán y Tres Amigos), forman grandes grupos y cantan en coro en días lluviosos.

El grupo de los sapitos de bosque (género ***Eleutherodactylus***) representado en el sitio por ocho especies, son dependientes de la humedad en la hojarasca, ya que en su desarrollo embrionario el adulto se desarrolla directamente en el huevo y no pasa por la fase de renacuajo en un cuerpo de agua. La presencia de vegetación, materia orgánica en el mantillo y humedad en el suelo del bosque son los factores condicionantes para su sobrevivencia. Algunas especies son bastante abundantes como las del grupo diastema y se escuchan los tintineos por todas partes entre la vegetación. La ***Eleutherodactylus noblei*** está en la lista de amenazadas de extinción.

De las ranitas venenosas se observaron tres especies. La rana roja de patas azules (***Dendrobates pumilio***) es muy abundante en la zona, se observó en nueve sitios y en densidades importantes. Las otras especies, la rana venenosa negra con verde

Cuadro 8.2.4 Lista de anfibios de la cuenca baja y media del río reventazón																								
Especie	Estado	TORTUGUERO	JALOVA	PARISMINA	DOS BOCAS	RÍO PEJE	LAS TILAPIAS	COCALES	PUENTE SIQ.	CASA MÁQ.	GUAYACÁN	TRES AMIGOS	S. PRESA IZQ.	S. PRESA DER.	QUEB. RUBIO	LAJAS	RÍO SECO	PASCUA	LANKASTER	LAG. HUECOS	LAG. BONILLA	BAJO 52	TODOS SITIOS	REPORTADOS
NUMERACIÓN DE SITIOS		21	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
ORDEN GYMNOP.H.IONA																								
FAMILIA Caeciliidae																								
<i>Gymnopsis multiplicata</i> Solda con solda																								1
ORDEN ANURA																								
FAMILIA Bufonidae																								
<i>Bufo marinus</i> Sapo		1			1				1		1			R	R			1					1	
<i>Bufo melanochloris</i> Sapo	AM										1												1	
<i>Bufo valliceps</i> Sapo														R										1
FAMILIA Centrolenidae																								
<i>Cochranella spinosa</i> Rana de vidrio	AM								1		1												1	
<i>Cochranella albomaculata</i> Rana de vidrio									1														1	
<i>Cochranella granulosa</i> Rana de vidrio									1														1	
<i>Centrolenella ilex</i> Rana de vidrio	AM								1														1	

<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i> Rana de vidrio															R									1
<i>Hyalinobatrachium pulveratum</i> Rana de vidrio																							1	
FAMILIA Dendrobatidae																								
<i>Colostethus flotathor</i> Sapito de bosque	AM									1													1	
<i>Dendrobates auratus</i> Rana venenosa	AM								1	1		R											1	
<i>Dendrobates pumilio</i> Rana venenosa	AM	1	1		1				1	1	1		1		R	1	1		1				1	
FAMILIA Hylidae																								
<i>Agalychnis callidryas</i> Rana calzonuda		R	R							1					R							R	1	
<i>Hyla ebraccata</i> Rana									1	1													1	
<i>Hyla loquax</i> Rana										1													1	
<i>Hyla P.H.lebodes</i> Rana											1				R								1	
<i>Hyla pseudopuma</i> Rana																	R							1
<i>Sinax boulengeri</i> Rana					1				1														1	
<i>Smilisca baudinii</i> Rana																								1
<i>Smilisca P.H.aeota</i> Rana									1		1				R								1	
<i>Smilisca puma</i> Rana					1				1	1	1			1	R								1	
<i>Smilisca sordida</i> Rana									1		1												1	

FAMILIA Leptodactylidae																							
<i>Eleutherodactylus bransfordii</i> Sapito de bosque									1				R									1	
<i>Eleutherodactylus crassidigitus</i> Sapito de bosque				1				1														1	
<i>Eleutherodactylus diastema</i> Sapito de bosque			1		1			1	1	1												1	
<i>Eleutherodactylus fitzingeri</i> Sapito de bosque					1			1	1	1			R	R								1	
<i>Eleutherodactylus persimilis</i> Sapito de bosque									1														
<i>Eleutherodactylus noblei</i> Sapito de bosque	AM							1														1	
<i>Eleutherodactylus ridens</i> Sapito de bosque					1																	1	
<i>Eleutherodactylus talamancae</i> Sapito de bosque										R			R										1
<i>Leptodactylus melanonotus</i> Rana								1		R				R								1	
<i>Leptodactylus pentadactylus</i> Rana toro										1			R	1	1							1	
<i>P.H.ysalaemus pustulosus</i> Rana túngara										1												1	

FAMILIA Microhylidae																								
<i>GastroP.H.ryne pictiventris</i> Rana									1														1	
FAMILIA Ranidae																								
<i>Rana valli</i> <i>anti</i> Rana									1						R								1	
<i>Rana warschewitschii</i> Rana									1														1	
ORDEN CAUDATA																								
FAMILIA Plethodontidae																								
<i>Bolitoglossa colonnea</i> Salamandra	AM								1														1	
<i>Bolitoglossa striatula</i> Salamandra									1														1	
		2	2	0	8	0	0	0	21	10	14	0	1	1	1	2	1	1	1	0	0	0	32	6

(*Dendrobates auratus*) y la *Colostetus flotathor* se observaron solo en la margen izquierda en el sector del sitio de presa y la Florida. Las tres especies están en la lista de especies amenazadas de extinción especialmente por la explotación de la que son objeto para exportarlas a terrarios. El ciclo de vida de esta rana depende de la humedad en la hojarasca del mantillo, ya que la primera fase (de huevo a larva) se desarrolla en el mantillo, posteriormente, los padres trasladan al renacuajo a un cuerpo de agua dentro de una piñuela o en la base de las hojas de las aráceas. La rana roja de patas azules (*Dendrobates pumilio*), tiene importancia comercial ya que es muy buscada para terrarios. Esta rana es muy conspicua debido a que es una especie de actividad diurna, los machos son muy territoriales y hacen mucho ruido, por lo que es la especie más observada en el estudio. Existen diferentes esfuerzos para reproducirlas en cautiverio, por lo que potencialmente pueden ser objeto de un proyecto de desarrollo para las comunidades vecinas, tomando en cuenta que va a ser necesario rescatar de la zona inundable y reubicar un gran número de estas ranitas.

De los grupos menos conocidos de los anfibios, se documentaron dos especies de salamandras, una de ellas está amenazada y una especie de Cecílido, esta última especie es poco conocida debido a que habita dentro del suelo, no tiene extremidades y es casi ciega. Estos dos grupos dependen de que exista humedad en el suelo, las poblaciones son altamente frágiles ya que cambios muy pequeños en el microclima son suficientes para provocar su muerte, por ejemplo con solo que queden expuestas al sol un período muy corto de tiempo, se deshidratan y mueren.

Los sitios que mostraron la mayor diversidad de especies fueron la Quebrada Guayacán y el conjunto de quebradas Tres Amigos, Sibón y Rivulus, y secciones con cobertura boscosa entre las quebradas. El otro sitio con alta diversidad es la Florida, ambos sitios están relacionados a las áreas de las obras del proyecto, en especial con las márgenes del sitio de presa y la zona donde se concentrarán la mayoría de las obras del proyecto, tales como tanque de oscilación, tubería de presión, fábrica de tubos, subestación, casa de máquinas y la zona de campamento, en el sitio de la Quebrada Guayacán.

Reptiles

Las especies de reptiles observados suman 31 especies (cuadro 8.2.5), más ocho especies reportadas por estudios anteriores que no fueron documentadas en el estudio de campo. Los sitios que presentaron la mayor diversidad fueron La Quebrada Guayacán (13sp.) y el sector de la Florida– sitio de Presa (14sp.). De las 14 especies de serpientes documentadas, cuatro son venenosas: la bocaracá, la terciopelo y dos especies de coral. Las especies no venenosas son bejuquillas (3sp), jardineras (4sp), la boa o bécker y ratoneras (2sp). La boa está enlistada en peligro de extinción.

El grupo de los saurios está representado por 16 especies, son muy comunes en la vegetación a las orillas de los ríos los basiliscos (3 sp) y es posible observar individuos de diferentes edades. De las lagartijas anolis (género **Norops**) se documentaron 8 especies, de las cuales dos están amenazadas de extinción.

Cuadro 8.2.5
Lista de especies de reptiles en la cuenca media y baja del río Reventazón

Especie	Estado	TORTUGUERO	JALOVA	PARISMINA	DOS BOCAS	RÍO PEJE	LAS TILAPIAS	COCALES	PUENTE SIQ.	CASA MÁQ.	GUAYACÁN	TRES AMIGOS	S. PRESA IZQ.	S. PRESA DER.	QUEB. RUBIO	LAJAS	RÍO SECO	PASCUA	LANKASTER	LAG. HUECOS	LAG. BONILLA	BAJO 52	TODOS SITIOS	REPORTADOS
NUMERACIÓN DE SITIOS		21	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Crocodylia																								
Crocodylidae																								
<i>Caiman crocodilus</i> caimán, guajipal	A M			X	X		X																1	
<i>Crocodylus acutus</i> cocodrilo	PE			X	X	X	X																1	
Squamata/ OP.H.idea																								
Boidae																								
<i>Boa constrictor</i> Boa, bécker	PE						X														X		1	
Colubridae																								
<i>Drymarchon corais</i> culebra																								1
<i>Drymobius margaritiferus</i> culebra																							1	

[illegible]

<i>plumifrons</i> Basilisco																							
<i>Basiliscus vittatus</i> Basilisco						X	X	X					X				X			X		1	
Gekkonidae																							
<i>Gonatodes albogularis</i> geko																							1
<i>Hemidactylus frenatus</i> geko							X															1	
Iguanidae																							
<i>Iguana iguana</i> iguana					X	X	X															1	
Polychrotidae																							
<i>Norops biporcatus</i> lagartija												X										1	
<i>Norops capito</i> lagartija												X										1	
<i>Norops humilis</i> lagartija							X					X										1	
<i>Norops lemurinus</i> lagartija	A M						X				X	X										1	
<i>Norops limifrons</i> lagartija							X					X										1	
<i>Norops oxylopus</i> lagartija					X						X	X	X									1	
<i>Norops pentaprion</i> lagartija	A M																						1
Teiidae																							
<i>Ameiva festiva</i>						X		X			X	X		X		X						1	

lagartija																								
Ameiva																								
quadrillineata																								
lagartija																								1
Testudinata																								
Cheloniidae																								
Chelonia mydas																								
tortuga verde	PE			X																			1	
Chelydridae																								
Chelydra serpentina	A																							
tortuga lagarto	M																						1	
Dermochelyidae																								
Dermochelys																								
coriacea																								
tortuga baula	PE			X																			1	
Emydidae																								
Rhinoclemmys																								
annulata																								
tortuga de río		X	X	X	X																		1	
Rhinoclemmys																								
funerea																								
tortuga negra		X	X	X																			1	
Chrysemys ornata																								
tortuga de río		X	X	X			X																1	
Kinosternidae																								
Kinosternon																								
leucostomum																								
tortuga candado							X				X	X	X		X				X				1	
Kinosternon																								
scorpioides																								
tortuga candado											X		X										1	

Estas especies habitan en el estrato inferior del bosque, se mueven entre el suelo, las ramas bajas y las raíces, requieren de mucha humedad ambiental y se alimentan de insectos. De las lagartijas chisbalas se documentaron dos especies tanto en bosques como en zonas abiertas y de los gekos se documentaron también dos especies.

El grupo de las tortugas se mostró bastante diverso. Las tortugas de río representadas por seis especies se observaron en diferentes puntos a lo largo de las zonas de impacto directo e indirecto. Las tortugas de río son consideradas como indicadores de caudal y también son altamente dependientes de los humedales asociados a los ríos y quebradas, ya que utilizan las zonas que son anegadas eventualmente por las inundaciones para incursionar tierra adentro en busca de alimento. En el área del proyecto, a la orilla del camino que va hacia el vertedor, en un humedal temporal, se encontró un grupo de 42 tortugas candado juveniles (*Kinosternon leucostomum*), condición muy poco común de observar.

En la zona de la costa, en el sector de Parismina y en la playa de Jalova, es importante la anidación de las tortugas marinas baula (*Dermochelys coriacea*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*). Ambas especies se encuentran en la lista de especies en peligro de extinción. El mantenimiento de las características granulométricas de la playa, es importante para el éxito del desarrollo de los nidos, por lo que el control de los aportes de sedimentos tiene una importante influencia en el éxito reproductivo de estas especies

En el All, en las secciones de la boca del Parismina y en el sector de dos Bocas (confluencia Reventazón – Parismina) se observó el Cocodrilo (*Crocodylus acutus*), en estos dos sitios y en la laguna del río Peje se observó también el guajipal o caimán. Estas dos especies se encuentran en las listas de especies amenazadas de extinción.

Aves

El grupo de las aves es el más conspicuo, y a nivel del país es el grupo más diverso (850 especies), por lo que por lo general, el número de especies observadas en comparación con los otros grupos de vertebrados, siempre es mayor. En el área de estudio se documentaron 277 especies de aves, 251 fueron observadas en el estudio y 26 especies más se reportaron en trabajos anteriores (Stiles y Skutch, 1989; Barrantes *et al.*, 2002; Obando *et al.*, 2007; Rojas *et al.*, 2006; Segura, 2006) (cuadro 8.2.6).

El sitio que presentó la mayor diversidad (78 sp), así como el reporte de mayor número de individuos fue el área de la Boca del Parismina, donde destaca la presencia de grupos de más de 200 individuos de aves acuáticas, especialmente las garzas. En la cuenca media, dentro del área del Proyecto, el sector de la quebrada Guayacán reporta 73 especies, la laguna Lancaster en el sector de la cola del embalse con 61 especies y el sector de la Florida (sitio presa margen izquierda) 58 especies, esto obedece a que son los sitios que presentan mayor diversidad de ecosistemas.

Cuadro 8.2.6 Lista de aves de la cuenca baja y media del río reventazón																								
Especie	Estado	TORTUGUE RO	JALOVA	PARISMINA	DOS BOCAS	RÍO PEJE	LAS TILAPIAS	COCALES	PUENTE SIQ.	CASA MÁQ.	GUAYACÁN	TRES AMIGOS	S. PRESA IZQ.	S. PRESA DER.	QUEB. RUBIO	LAJAS	RÍO SECO	PASCUA	LANKASTE R	LAG. HUECOS	LAG. BONILLA	BAJO 52	TODOS SITIOS	REPORTAD OS
NUMERACIÓN DE SITIOS		21	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Tinamidae																								
<i>Tinamus major</i> Tinamú, gongola	AM				X																			1
Podicipedidae																								
<i>Podilymbus podiceps</i> gallardo																							1	
<i>Tachybaptus dominicus</i> patillo																			X					1
Pelecanidae																								
<i>Pelecanus occidentalis</i> pelicano pardo			X																					1
P.H.alacrocoracidae																								
<i>P.H.alacrocorax brasilianus</i> pato chanco				X					X												X			1
Anhingidae																								
<i>Anhinga anhinga</i> pato aguja			X	X	X	X	X	X	X		X		X		X	X		X	X	X	X			1
Fregatidae																								
<i>Fregata magnificens</i> Tijereta de mar			X	X																				1
<i>Fregata minor</i> rabihorcado				X	X																			1
Ardeidae																								
<i>Agamia agami</i> garza agami	AM				X		X												X					1
<i>Ardea herodias</i>			X	X	X																			1

garzón																							
Ardea alba			X	X	X		X	X															1
garza real																							
Botaurus pinnatus	AM			X																			1
Mirasol, avetoro																							
Bubulcus ibis				X	X	X	X	X		X	X	X	X										1
garcilla de ganado																							
Butorides virescens				X	X	X	X			X								X					1
garcilla verde																							
Cochlearius cochlearius						X												X					1
Chocuaco																							
Egretta thula		X	X	X	X	X	X	X		X										X			1
garceta nivosa																							
Egretta caerulea			X	X	X		X																1
garceta azul																							
Egretta tricolor			X	X														X					1
garceta tricolor																							
Egretta rufescens				X																			1
garceta rojiza																							
Nycticorax nycticorax						X																	1
Chocuaco, martinete																							
Tigrisoma lineatum				X																			1
garza tigre																							
Tigrisoma fasciatum		X	X	X	X		X							X									1
garza tigre																							
Tigrisoma mexicanum		X	X	X	X	X						X						X					1
garza tigre, martin																							
peña																							
Threskiornithidae																							
Eudocimus albus				X																			1
Ibis blanco																							
Mesembrinibis cayennensis	AM			X																			1
Ibis verde																							
Platalea ajaja	PE			X	X		X																1

espátula rosada																							
Ciconiidae																							
Mycteria americana cigüeñón			X	X																			1
Cathartidae																							
Cathartes aura zopilote, zonchiche	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
Coragyps atratus zopilote, zoncho	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
SarcorampH.us papa AM				X																			1
zopilote rey																							
Anatidae																							
Anas discors cerceta aliazul			X																				1
Cairina moschata pato real AM						X																	1
Dendrocygna autumnalis piche				X	X	X												X					1
Pandionidae																							
Pandion haliaetus águila pescadora																							1
Accipitridae																							
Accipiter striatus gavilán pajarero				X																			1
Asturina nitida gavilán gris															X		X						1
Buteo magnirostris gavilán del camino							X													X			1
Buteo brachyurus gavilán cola corta				X																			1
Buteo jamaicensis gavilán cola roja												X											1
Buteo platypterus gavilán pollero																							1
Buteogallus anthracinus		X				X										X							1

gavilán negro común																							
Buteogallus																							
urubitinga	AM			X	X																		1
gavilán negro mayor																							
Chondrohierax																							
uncinatus	AM				X																		1
gavilán pico de gancho																							
Elanoides forficatus									X					X									1
gavilán cola de tijera																							
Elanus leucurus					X									X									1
gavilán cola blanca																							
Geranospiza																							
caerulescens	AM																					1	
gavilán ranero																							
Ictinia																							
mississippiensis																							
gavilán colinegro																			X				1
Leucopternis																							
albicollis												X			X								1
gavilán blanco																							
Leucopternis																							
princeps																						1	
gavilán pechinegro																							
Falconidae																							
Caracara cheriway				X	X																		1
caracara de cresta																							
Herpetotheres																							
cachinnans					X							X											1
guaco																							
Milvago chimachima																							
caracara cabeza amarilla										X		X								X			1
Rallidae																							
Aramides cajanea				X	X		X																1
rascón cuello gris																							
PorP.H.yrula				X	X		X		X														1
martínica																							

gallareta morada																						
Cracidae																						
Crax rubra pavón mayor	AM			X							X								X			1
Ortalis cinereiceps chachalaca cabeza gris										X												1
Penelope purpurascens pava de cresta	AM			X						X				X								1
Heliornithidae																						
Heliornis fulica perrito de agua				X																		1
Eurypygididae																						
Eurypyga helias ave sol	PE				X																	1
Aramidae																						
Aramus guarauna carao			X																			1
Charadriidae																						
Charadrius alexandrinus chorlito patas negras		X																				1
Recurvirostridae																						
Himantopus mexicanus cigüeña cuellinegra			X	X																		1
Jacaniidae																						
Jacana spinosa gallito de agua			X	X	X	X	X	X		X		X					X	X	X			1
Scolopacidae																						
Actitis macularia alzacolita					X																	1
Calidris canutus correlimos grande														X								1
Calidris alba playero arenoso		X	X	X	X																	1
Calidris fuscicollis				X																		1

correlimos lomo blanco																							
Calidris melanotos																							
correlimos pechirrayado																				X			1
Calidris himantopus			X			X	X																1
correlimos patilargo																							
Calidris minutilla										X													1
correlimos menudo																							
CatoptroP.H.orus semipalmatus			X																				1
piñuillo																							
Numenius P.H.aeopus																						1	
zarapito, zarceta																							
Laridae																							
Sterna maxima			X																				1
charrán real																							
Columbidae																							
Columba cayennensis											X												1
paloma colorada																							
Columba flavirostris				X	X	X	X	X		X						X	X	X					1
paloma morada																							
Columba nigrirostris					X						X			X		X				X			1
paloma pico corto																							
Columbina talpacoti					X		X			X			X		X	X	X	X					1
tortolita rojiza																							
Leptotila verreauxi							X			X		X		X				X		X			1
paloma coliblanca																							
Leptotila cassinii										X								X					1
paloma pechigris																							
Zenaida asiatica														X									1
paloma aliblanca																							
Psittacidae																							
Amazona albifrons	AM													X									1
lora frentiblanca																							
Amazona autumnalis	AM				X													X					1
lora frentirroja																							

<i>Amazona farinosa</i> lora verde	AM					X									X								1
<i>Ara ambigua</i> lapa verde	PE									X					X								1
<i>Aratinga finschi</i> cotorro, catano	AM									X		X			X			X					1
<i>Aratinga nana</i> perico azteco	AM				X										X								1
<i>Brotoyeris jugularis</i> periquito, zapollolito	AM						X				X												1
<i>Pionopsitta</i> <i>haematotis</i> loro cabecipardo	AM										X												1
<i>Pionus menstruus</i> chucuyo																						1	
<i>Pionus senilis</i> chucuyo	AM			X						X					X		X						1
Cuculidae																							
<i>Crotophaga sulcirostris</i> tijo				X	X	X	X	X			X	X						X					1
<i>Piaya cayana</i> bobo chiso							X	X			X		X		X		X			X			1
Strigidae																							
<i>Glaucidium</i> <i>costaricanum</i> mochuelo enano				X																			1
<i>Pulsatrix</i> <i>perspicillata</i> búho de anteojos, oropopo							X																1
Caprimulgidae																							
<i>Caprimulgus rufus</i> chotacabras rojizo																						1	
<i>Nyctidromus</i> <i>albicollis</i> cuyeo, tapacaminos												X											1
<i>Nyctiphrynus</i>														X		X					X		1

<i>ocellatus</i> chotacabras ocelado																							
Apodidae																							
<i>Chaetura pelagica</i> vencejo de paso																		X					1
<i>Chaetura cinereiventris</i> vencejo lomigris											X							X					1
Trochilidae																							
<i>Amazilia tzacatl</i> colibri rufo, amazilia rufa				X	X	X	X	X									X	X					1
<i>Anthracothorax prevostii</i> manguito pechiverde								X															1
<i>Chalybura urochrysis</i> colibri patirrojo						X	X	X			X		X					X	X				1
<i>Doryfera ludoviciae</i> pico de lanza frente verde																			X				1
<i>Heliothryx barroti</i> colibri pico punzón											X												1
<i>P.H.aethornis superciliosus</i> ermitaño colilargo											X		X										1
<i>P.H.aethornis longuemareus</i> ermitaño enano							X				X								X				1
Trogonidae																							
<i>Trogon violaceus</i> trogon violáceo							X				X		X		X			X	X		X		1
<i>Trogon massena</i> trogon					X	X													X				1
Momotidae																							
<i>BaryP.H.thengus martii</i> bobo canelo											X								X		X		1

<i>Electron platyrhynchum</i> momoto piquiancho										X													1
<i>Momotus momota</i> bobo común																			X				1
Alcedinidae																							
<i>Ceryle torquata</i> martin pescador collarejo			X	X	X					X		X						X					1
<i>Ceryle alcyon</i> martin pescador norteño			X		X									X									1
<i>Chloroceryle amazona</i> martin pescador amazónico			X	X	X		X			X		X		X									1
<i>Chloroceryle americana</i> martin pescador verde				X			X					X						X					1
<i>Chloroceryle aenea</i> martin pescador enano					X																		1
Bucconidae																							
<i>Malacoptila panamensis</i> bucu barbón																						1	
<i>Monasa morP.H.oeus</i> monjito frentiblanca																						1	
<i>Notharchus macrorhynchos</i> bucu collarejo				X																			1
<i>Notharchus tectus</i> bucu pinto																						1	
Galbulidae																							
<i>Jacamerops aereus</i> AM jacamar grande				X		X	X					X											1
RamP.H.astidae																							
<i>Pteroglossus torquatus</i>										X									X				1

cusingo de collar																							
RamP.H.astos																							
sulfuratus			X	X	X					X		X		X	X			X	X	X			1
tucán pico arcoiris																							
RamP.H.astos																							
swainsonii			X							X	X	X			X			X		X			1
quioro, curré negro																							
Selenidera spectabilis			X	X																			1
tucancillo																							
Picidae																							
CampeP.H.ilus																							
guatemalensis																		X					1
carpintero pico de plata																							
Dryocopus lineatus				X			X			X		X			X		X	X		X			1
carpintero listado																							
Melanerpes																							
pucherani			X	X	X		X			X		X		X	X		X	X	X		X		1
carpintero cara negra																							
Melanerpes																							
hoffmannii					X																		1
carpintero de Hoffmann																							
Dendrocolaptidae																							
Deconychura																							
longicauda					X							X											1
trepador cola larga																							
Dendrocincla																							
fuliginosa																	X						1
trepador pardo																							
Dendrocincla																							
homochroa																						1	
trepador rojizo																							
GlyP.H.orhynchus																							
spirurus										X													1
trepador pico de cuña																							
Lepidocolaptes						X																	
souleyetii																							1

trepador cabeza listada																								
<i>Sittasomus griseicapillus</i> trepador oliváceo													X										1	
<i>XiP.H.orhynchus flavigaster</i> trepador pico de terciopelo				X																			1	
<i>XiP.H.orhynchus lachrymosus</i> trepador listas negras					X			X	X														1	
TamnoP.H.ilidae																								
<i>Cercomacra tyrannina</i> hormiguero negruzco																				1		1		
<i>Cymbilaimus lineatus</i> batará listado									X														1	
<i>Myrmeciza exsul</i> hormiguero dorso castaño																				1		1		
<i>Myrmotherula fulviventris</i> hormiguero café								X															1	
<i>Myrmotherula axillaris</i> hormiguero flancos blancos								X															1	
<i>Myrmotherula schisticolor</i> hormiguero gris																				1		1		
<i>Taraba major</i> batará mayor					X																		1	
<i>ThamnoP.H.ilus doliatus</i> batará barreteado																				1				
Rhinocryptidae																								
<i>Scytalopus</i>																				1		1		

<i>argentifrons</i> tapaculo																							
Tyrannidae																							
<i>Capsiempis flaveola</i> mosquerito amarillo																	X						1
<i>Colonia colonus</i> mosquero cola larga					X					X		X			X				X				1
<i>Conopias albobittata</i> mosquero de anillo blanco						X						X			X			X					1
<i>Contopus cooperi</i> Pibi boreal														X				X					1
<i>Contopus sordidulus</i> pibí occidental							X							X			X			X			1
<i>Contopus virens</i> pibí oriental					X																		1
<i>Contopus cinereus</i> pibí tropical			X		X		X								X	X	X	X			X		1
<i>Elaenia flavogaster</i> elainia de copete																							1
<i>Empidonax albigularis</i> mosquerito garganta blanca														X						X			1
<i>Megarhynchus pitangua</i> mosquerón picudo					X		X			X		X						X					1
<i>Myiarchus tuberculifer</i> copetón cresta oscura																	X						1
<i>Myiarchus nuttingi</i> copetón de Nutting																				X	X		1
<i>Myiarchus crinitus</i> copetón crestón						X	X							X						X			1
<i>Myiobius sulP.H.ureipygius</i> mosquerito lomo amarillo										X													1

<i>Myiodynastes hemichrysus</i> mosquero vientre dorado			X																			1
<i>Myiozetetes granadensis</i> mosquero cabeza gris																						1
<i>Ornithion brunneicapillum</i> mosquerito gorra café				X						X		X										1
<i>Pitangus sulP.H.uratus</i> kiskadee mayor - pecho amarillo			X	X	X	X	X	X		X			X		X	X		X	X			1
<i>Platyrinchus mystaceus</i> pico chato garganta blanca												X										1
<i>Poecilotriccus sylvia</i> espatulilla cabeza gris																	X					1
<i>Rhytiplerna holerythra</i> plañidera rojo-marrón												X										1
<i>Sayornis nigricans</i> mosquero de agua							X		X			X										1
<i>SerpoP.H.aga cinerea</i> mosquerito guardarríos																				1		1
<i>Terenotriccus erythrurus</i> mosquero cola rojo- marrón									X										X			1
<i>Todirostrum cinereum</i> espatulilla común						X				X						X			X			1
<i>Todirostrum nigriceps</i> espatulilla cabeza																X						1

negra																							
<i>Tyrannus melancholicus</i> tirano tropical - pecho amarillo			X	X	X	X	X			X		X		X			X	X					1
<i>Tyrannus tyrannus</i> tirano norteno							X										X						1
<i>Tyrannus forficatus</i> tirano cola de tijera				X																			1
<i>Tyrannus savana</i> tirano cola tenedor de sabana				X																			1
<i>Zimmerius vilissimus</i> mosquerito cejas grises																				X			1
Tityridae																							
<i>Lipaugus unirufus</i> cotinga rojo-marrón																						1	1
<i>PachyramP.H.us cinnamomeus</i> cabezón canelo																							1
<i>PachyramP.H.us polychopterus</i> cabezón alas blancas													X										1
<i>Tityra semifasciata</i> titira cara roja					X				X								X		X				1
<i>Tityra inquisitor</i> titira corona negra											X			X					X				1
Cotingidae																							
<i>Carpodectes nitidus</i> cotinga nevada																						1	1
<i>Procnias tricarunculata</i> pájaro campana	A			X																			1
Pipridae																							
<i>Manacus candei</i> saltarín cuello blanco													X										1
<i>Pipra mentalis</i>											X												1

saltarín cabeza roja																							
Vireonidae																							
Vireo flavifrons vireo garganta amarilla																					X		1
Vireo olivaceus vireo ojo rojo																	X						1
Corvidae																							
Cyanocorax morio piapia parda			X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		1
Cyanocorax affinis piapia pecho negro													X		X						X		1
Hirundinidae																							
Progne chalybea golondrón pecho gris				X	X												X	X	X	X			1
Pygochelidon cyanoleuca golondrina azul- blanca				X													X				X		1
Riparia riparia golondrina ribereña							X	X	X	X							X	X					1
Stelgidopteryx serripennis golondrina norte alas ásperas							X											X					1
Stelgidopteryx ruficollis golondrina sur alas ásperas			X															X					1
Tachycineta bicolor golondrina bicolor			X																				1
Tachycineta albilinea golondrina lomo blanco			X	X																			1
Tachycineta thalassina golondrina verde- violácea								X															1

Troglodytidae																						
Campylorhynchus zonatus soterré matraquero																			X			1
Henicorhina leucoP.H.rys soterré de selva cola corta														X								1
Thryothorus thoracicus soterré pecho rayado							X															1
Thryothorus modestus soterré chinchirigüí							X				X											1
Thryothorus nigricapillus soterré castaño																					1	1
Troglodytes aedon soterré común			X				X						X	X		X	X					1
Sylviidae																						
Poliophtila plumbea perlita tropical																X						1
Turdidae																						
Catharus fuscescens zorzal dorso rojo													X									1
Catharus minimus zorzal cara gris																	X					1
Catharus frantzii zorzal gorrirojizo																					1	1
Turdus obsoletus yigüirro de montaña					X							X		X								1
Turdus grayi yigüirro común			X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		1
Parulidae																						
Dendroica pensylvanica reinita costados castaños												X										1

Dendroica fusca reinita gorginaranja						X																1
Dendroica castanea reinita castaña																		X				1
Dendroica cerulea reinita cerúlea						X							X									1
Dendroica petechia reinita amarilla																				1		1
Mniotilta varia reinita trepadora													X									1
P.H.aeothlypis fulvicauda reinita de riberas									X				X									1
Vermivora pinus reinita alas azules																	X					1
Vermivora peregrina reinita de Tennessee											X											1
Wilsonia pusilla reinita gorrinegra						X							X									1
Coerebidae																						
Coereba flaveola reinita mielera						X		X				X			X							1
Thraupidae																						
Bangsia arcae tangara costados negros					X																	1
ChloroP.H.anes spiza mielero verde										X							X					1
Chlorospingus canigularis tangara de monte cabeza gris					X																	1
Chlorothraupis carmioli tangara verde oliva															X							1
Cyanerpes lucidus mielero brillante patas amarillas										X									X			1

<i>Cyanerpes cyaneus</i> mielero de patas rojas			X					X							X		X	X					1
<i>Dacnis cayana</i> mielero azul																X							1
<i>Eucometis penicillata</i> tangara cabeza gris									X		X									X			1
<i>EuP.H.onia elegantissima</i> agüío de capucha celeste				X																			1
<i>EuP.H.onia anneae</i> agüío de gorro canela				X					X							X							1
<i>Heterospingus rubrifrons</i> tangara lomo amarillo azufre			X																				1
<i>Lanio leucothorax</i> tangara pico de gancho																						1	1
<i>Piranga rubra</i> tangara veranera			X	X		X							X								X		1
<i>RamP.H.ocelus passerinii</i> sargento lomo escarlata			X		X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X		X				1
<i>Tangara larvata</i> tangara capucha dorada					X				X		X			X		X	X	X					1
<i>Thraupis episcopus</i> viudita			X	X	X	X	X		X				X	X									1
<i>Thraupis palmarum</i> tangara de las palmas			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		1
Emberizidae																							
<i>Amaurospiza concolor</i> semillero azulado							X				X												1
<i>Arremonops conirostris</i>									X										X				1

pinzón cabeza listada																							
Buarremon brunneinucha				X																			1
saltón cabecicastaño																							
Lysurus crassirostris																					1		1
pinzón de barrancos																							
Melozona leucotis										X													1
pinzón cuatro ojos																							
Oryzoborus nuttingi										X				X									1
semillero pico rosado																							
Oryzoborus funereus												X								X			1
semillero pico grueso																							
SporoP.H.ila schistacea								X															1
espiguero color pizarra																							
SporoP.H.ila americana				X																			1
espiguero variable																							
SporoP.H.ila torqueola				X	X		X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X		1
setillero de collar blanco																							
SporoP.H.ila minuta				X																			1
espiguero menor																							
Tiaris olivacea				X	X			X		X				X				X	X		X		1
gallito cara amarilla																							
Volatinia jacarina					X																		1
semillero azul-negro																							
Cardinalidae																							
Saltator coerulescens						X	X			X		X					X						1
saltón grisáceo																							
Saltator maximus					X					X													1
saltón verde																							
Saltator atriceps												X											1
saltón cabeza negra																							
Icteridae																							
Dives dives																		X		X			1

tordo cantor																							
<i>Icterus dominicensis</i> bolsero capucha negra					X		X			X						X		X					1
<i>Icterus mesomelas</i> bolsero cola amarilla	PE				X					X													1
<i>Icterus galbula</i> oriole o cacique					X											X	X			X	X		1
<i>Icterus pectoralis</i> bolsero pecho manchado																						1	1
<i>Molothrus aeneus</i> pius o vaquero ojos rojos																	X						1
<i>Psarocolius wagleri</i> oropéndola cabeza castaña										X		X			X					X			1
<i>Psarocolius montezuma</i> oropéndola de Montezuma				X	X	X		X		X		X		X	X		X	X		X	X		1
<i>Quiscalus mexicanus</i> zanate cola larga					X	X								X							X		1
<i>Sturnella magna</i> zacatera															X					X			1
Passeridae																							
<i>Passer domesticus</i> gorrión común				X		X				X													1
																						26	252

En cuanto a la composición de especies, hay una diferencia importante entre los sitios ubicados en la cuenca baja (1, 2, 3, 20, 21) con respecto a los ubicados en la cuenca media y área del proyecto (de 5 a 19). En la parte baja hay un mayor número de especies acuáticas, tales como las garzas, correlimos, ibis, cigüeñas, garzones, y patos, así mismo, una mayor abundancia de individuos de cada una de estas especies. La dependencia de estos grupos del ecosistema ripario es directa ya que los organismos acuáticos como crustáceos, larvas de peces y peces, son su principal alimento. Muchas de estas especies utilizan la vegetación cercana al río o a otros cuerpos de agua para anidar y para pernoctar. Algunas especies establecen dormitorios semipermanentes, escogen un árbol para el descanso, durante el día se movilizan por grandes extensiones en busca de alimento y todas las noches regresan al mismo árbol para descansar, igualmente, este árbol y otros cercanos son utilizados para anidar.

Entre las especies relacionadas a sistemas acuáticos, las especies señaladas como en peligro de extinción o amenazadas, tiene mucha importancia debido a que la amenaza existente sobre los ecosistemas acuáticos ha implicado la toma de medidas a nivel internacional, por lo que están protegidas por convenciones internacionales que son ley de la república. La espátula rosada (*Platalea ajaja*) y el ave sol (*Eurypyga helias*) están en peligro, ambas observadas en la parte de la cuenca baja. El pato real, el ibis verde y la garza agami están en la lista de las especies amenazadas.

El grupo de las aves rapaces es un importante indicador de la calidad del ecosistema debido a su posición en la parte alta de la cadena alimentaria, por lo que la documentación de 19 especies en el área de estudio es un dato importante de tomar en cuenta, ya que se relaciona a que existe una abundancia de presas para sostener esa diversidad de depredadores. En este grupo se identificaron tres de las especies que están amenazadas de extinción. El gavián ranero (*Geranospiza caerulescens*), el gavián negro (cangrejero) (*Buteogallus urubitinga*) y el zopilote Rey (*SarcorampH.us papa*). En los meses de abril y octubre se observaron grandes grupos de halcones migratorios, cabe destacar que utilizan los sectores de bosque para pernoctar durante su ruta migratoria.

Las especies de aves que dependen de la existencia del bosque son muchas, y aunque algunas de ellas se han logrado adaptar a las condiciones de bosque secundario y zonas alteradas, la existencia de cobertura vegetal sigue siendo muy importante para su sobrevivencia como fuente de alimento, refugio y sitios de reproducción. El área de la Quebrada Guayacán y las tres quebradas que cruzan el área del proyecto tienen mucha riqueza de estas especies, así mismo el sector de la laguna Lancaster y las secciones de bosque cercanas a ambos márgenes del sitio de presa, aquí se observaron pavas, tinamúes, trotones, lapas, loras, pericos, colibríes, reinitas, mosqueros, palomas, chorlitos, tucanes, bobos, chorchas, agüíos, tangaras, mieleros, gallitos, saltarines, zorzales, búhos, lechuzas, cotingas y otros más. Entre estos grupos se observaron especies amenazadas como la chorchilla, cinco especies de pericos, una especie de lora y las dos especies de pava. De las especies en peligro se observó un importante grupo de lapa verde (16 individuos) alimentándose en un árbol de almendro.

Entre los meses de octubre a febrero se observó el ingreso de especies migratorias de bosque y que también utilizan los solares y jardines de la región como zonas de refugio y alimentación. Los parches de bosque que forman corredores entre zonas boscosas, cumplen un papel muy importante para asegurar el paso de las especies migratorias.

Las especies que están relacionadas al sistema del río, en especial porque se alimentan de peces o de otros organismos acuáticos, muestran una gran diversidad, los Martín pescador, las golondrinas y vencejos, los patos, aningas, chocuacos, cigüeñas, rascones, piches y garzas están muy bien representados en los diferentes sitios a lo largo del río.

Mamíferos

Los mamíferos resultan ser los más difíciles de observar, por lo que el encuentro con estas especies se puede decir que es casual, en este sentido, la documentación de las especies de mamíferos en la zona está basada en las guías especializadas (Reid, 1997; Carrillo *et al*), la información proporcionada por los habitantes de la región y por los rastros, huellas y encuentros casuales del equipo de investigadores con estos animales. Para la captura de murciélagos se utilizaron redes de niebla. De las 56 especies reportadas para la zona, el equipo de investigación observó o recolectó indicios evidentes de 25 especies en el área relacionada a este proyecto (cuadro 8.2.7).

Entre los registros de mamíferos se destacan en el área del proyecto el yaguarundi, el oso hormiguero, el oso perezoso, el toloomuco, el mono congo, el mono carablanca y huellas de cabro de monte y de manigordo, la nutria ha sido observada en diferentes secciones del río Reventazón. Las dos especies de perezosos, la nutria, y el mono carablanca están en la lista de especies amenazadas, mientras que el mono congo, el yaguarundi y el ocelote están en la lista de especies en peligro.

El grupo más representado es el del orden de los carnívoros (7 sp), sobre todo las especies que son omnívoras y que se adaptan con más facilidad a diversos ecosistemas debido a que son oportunistas y aprovechan las diferentes opciones de alimento. Se observó al toloomuco en el camino a la laguna Lancaster. Varios felinos son reportados en el área, pero sólo se observó el yaguarundi en las cercanías de la laguna Lancaster y una pareja que salió del sitio propuesto para la escombrera 4 y cruzó la calle.

La presencia de corredores de vegetación es de especial importancia para el grupo de los mamíferos, ya que sus requisitos de hábitat son más estrictos que otros grupos, en especial para los mamíferos de mayor tamaño, como los felinos, la danta, los zaínos, que tienen un rango de hábitat que incluye grandes extensiones de terreno.

La presencia de huellas de felino y de un cérvido en las cercanías del sitio de presa, margen derecha, apuntan a la posibilidad de que esta zona pueda albergar algunas otras especies de mamíferos o que esté siendo utilizada como corredor.

Cuadro 8.2.7 Lista de mamíferos de la cuenca baja y media del río Reventazón																							
Especie	Estado	TORTUGUERO	JALOVA	PARISMINA	DOSBOCAS	RÍO PEJE	LAS TILAPIAS	COCALES	PUENTE SIQ.	CASA MÁQ.	GUAYACAN	TRES AMIGOS	S. PRESA IZQ.	S. PRESA DER.	QUEB. RUBIO	LAJAS	RÍO SECO	PASCUA	LANKASTER	LAG. HUECOS	LAG. BONILLA	BAJO 52	REPORTADOS
NUMERACIÓN DE SITIOS		21	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
ORDEN DIDELP.H.IMORFIA																							
FAMILIA Didelp.H.idae																							
<i>Caluromys derbianus</i> Zorro de balsa													X										
<i>Chironectes minimus</i> Zorro de agua																							X
<i>Didelp.H.is marsupialis</i> Zorro pelón					X		X				X												
ORDEN XENARTHRA																							
FAMILIA Bradypodidae																							
<i>Bradypus variegatus</i> Perezoso tres dedos				X																			
<i>Choloepus hoffmanni</i> Perezoso dos dedos	AM			X			X																
FAMILIA Dasypodidae																							
<i>Cabassous centralis</i> Armado zopilote	AM																						
<i>Dasypus novemcinctus</i> Armadillo, cusuco							X										X				X		
FAMILIA MirmecoP.H.agidae																							
<i>Cyclopes didactylus</i> Serafin de platanar																							X
<i>Tamandua mexicana</i> Oso chaleco, tamandúa											X					X							
ORDEN CHIROPTERA																							

FAMILIA																				
Emballonuridae																				
<i>Diclidurus albus</i> Murciélago fantasma																				X
<i>Rhynchonycteris naso</i> Murciélago narigón																				X
<i>Saccopteryx bilineata</i> Murciélago rayado																X				
FAMILIA Mormoopidae																				
<i>Pteronotus parnellii</i> Murciélago de Parnell																				X
FAMILIA Noctilionidae																				
<i>Noctilio albiventris</i> Murciélago pescador		X			X															
<i>Noctilio leporinus</i> Murciélago majijo		X			X															
FAMILIA																				
P.H. ylostomidae																				
<i>Artibeus jamaicensis</i> Murciélago artibeo jamaquino																				X
<i>Carollia castanea</i> Murciélago castaña																				X
<i>Carollia perspicillata</i> Murciélago transparente																				X
<i>Desmodus rotundus</i> Vampiro																				X
<i>Micronycteris minuta</i> Murciélago enano																				X
<i>Micronycteris schmidtorum</i> Murciélago de Schmidt																				X
<i>Micronycteris silvestris</i> Murciélago silvestre																				X
<i>Platyrrhinus vittatus</i> Murciélago rayado																				X

<i>Sturnira lilium</i> Murciélago estornira blanco																						X
<i>Tonatia brasiliensi</i> Murciélago de Brasil																						X
<i>Uroderma bilobatum</i> Murciélago bilobado																						X
<i>Vampyressa pusilla</i> Vampiresa pequeña																						X
<i>Vampirus spectrum</i> Murciélago espectral	AM																					X
FAMILIA Vespertilionidae																						
<i>Myotis albescens</i> Murciélago mioto blanquecino																						X
ORDEN PRIMATES																						
FAMILIA Cebidae																						
<i>Alouatta palliata</i> Mono congo o aullador	PE				X		X					X			X				X			
<i>Ateles geoffroyi</i> Mono colorado	PE				X																	
<i>Cebus capucinus</i> Mono carablanca	AM				X					X									X			
ORDEN CARNIVORA																						
FAMILIA Canidae																						
<i>Canis latrans</i> Coyote															X				X			
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> Zorra gris																						X
FAMILIA Felidae																						
<i>Herpailurus yaguarondi</i> León breñero, yaguarundi	PE				X													X				
<i>Leopardus pardalis</i> Manigordo, ocelote	PE				X						X											
<i>Leopardus tigrinus</i> Tigrillo	PE				X																	X

<i>Leopardus weidii</i> Caucel	PE				X																	
<i>Panthera onca</i> Jaguar, tigre	PE							X														X
<i>Puma concolor</i> Puma, león	PE												X									
FAMILIA Mustelidae																						
<i>Conepatus semistriatus</i> Zorrillo hediondo																						X
<i>Eira barbara</i> Tolomuco															X							
<i>Galictis vittata</i> Grisón	AM																					X
<i>Lontra longicaudis</i> Nutria, perro de agua	AM	X	X	X	X								X	X				X				
FAMILIA Procyonidae																						
<i>Nasua narica</i> Pizote											X									X		
<i>Procyon lotor</i> Mapache				X																		
ORDEN SIRENIA																						
FAMILIA Trichechidae																						
<i>Trichechus manatus</i> Manatí, vaca marina	PE			X	X																	X
ORDEN PERISSODACTYLA																						
FAMILIA Tapiridae																						
<i>Tapirus bairdii</i> Danta, tapir	PE			X	X																	X
FAMILIA Tayassuidae																						
<i>Pecari tajacu</i> Saíno, chancho de monte							X															
<i>Tayassu pecari</i> Cariblanco, chancho de monte	PE																					

ORDEN ARTIODACTYLA																								
FAMILIA Cervidae																								
<i>Mazama americana</i> Cabro de monte													X											
<i>Odocoileus virginianus</i> Venado				X	X													X						
ORDEN RODENTIA																								
FAMILIA Sciuridae																								
<i>Microsciurus alfari</i> Chiza, ardilla																								X
<i>Sciurus granatensis</i> Chiza, ardilla roja																								X
<i>Sciurus variegatorides</i> Chiza, ardilla							X	X			X							X						
FAMILIA Geomydae																								
<i>Orthogeomys cherrei</i> Taltuza gigante																								X
FAMILIA Erethizontidae																								
<i>SP.H.iggurus mexicanus</i> Puercoespín, cuerpoespín							X																	
FAMILIA Dasyproctidae																								
<i>Dasyprocta punctata</i> Guatuza, cherenga					X										X									
FAMILIA Agoutidae																								
<i>Agouti paca</i> Tepezcuintle					X																			X
FAMILIA Leporidae																								
<i>Sylvilagus floridanus</i> Conejo de monte															X									
NÚMERO ESPECIES/SITIO	22	21	10	16	3	13	7	6	7	13	9	15	13	12	18	16	17	19	18	22	71	30		

De los murciélagos identificados en la zona, tiene relevancia para este proyecto la presencia de los murciélagos pescadores, los que han sido observados tanto en el Río Reventazón como en la quebrada Guayacán, ya que pueden ser muy sensibles. En el caso de que sean afectadas las poblaciones de peces por las actividades de excavación en el cauce, las nutrias, mapachines y murciélagos pescadores se verán afectados también. Los murciélagos pescadores están seleccionados como indicadores de caudal.

En la cuenca baja, en la zona de los canales se reporta la presencia del manatí, especie acuática en grave peligro de extinción, muy sensible a la colonización humana y a la contaminación del sistema acuático.

8.3 Ambiente Costero

El río Reventazón confluye con el río Parismina y desemboca en el mar Caribe con ese nombre. La zona de la desembocadura es parte del sistema de barras y canales costeros del Caribe que están ubicados desde Puerto Limón hasta la desembocadura del río San Juan en la frontera con Nicaragua. El cambio de marea del mar Caribe es muy pequeño (máximo 75 cm) esto produce muy poco intercambio de agua salada y los canales poseen predominantemente agua dulce.

La zona costera está afectada por la dinámica de deposición de sedimentos que forman las islas de barrera. En esta zona se ubican dos grandes islas de barrera: una al sur de la desembocadura del Parismina que se extiende hasta el estero Madre de Dios (desembocadura del Pacuare) y otra hacia el norte que desde hace unos cinco años llega hasta Laguna Jalova en el límite del Parque Nacional Tortuguero, anteriormente era una sola isla hasta la boca del río Tortuguero (50Km). La cara Este de las islas mira al mar Caribe, presenta una playa arenosa de origen volcánico de color negro, mientras que la cara Oeste mira al canal y es una zona pantanosa con limo y arcillas. Estas islas han sufrido la colonización, por lo que fuera del Parque Nacional Tortuguero casi no queda muestra de la vegetación natural. Solo algunos pocos parches y árboles aislados.

La playa de Parismina es importante para la anidación de la Tortuga marina Baula y de la Tortuga Verde. La actividad turística en Parismina está relacionada a la observación de tortugas y a la pesca de las grandes especies de peces que utilizan eventualmente las aguas salobres de la zona de la desembocadura, como el sábalo, los robalos, la calva. En esta zona se organizan importantes torneos de pesca para estas especies.

8.4 Ambiente Acuático

8.4.1 Vegetación

8.4.1.1 Área de influencia aguas arriba de la restitución

a. Cursos de agua caudalosos

En el AP se encuentran varios cursos de agua con diferentes características biofísicas. Los ríos Reventazón y Bonilla, así como la quebrada Lajas están sujetos a crecidas periódicas y poseen corrientes caudalosas con alto poder de arrastre, esta dinámica hidrológica provoca una constante alteración del cauce y de sus márgenes inmediatas.

La quebrada Lajas presenta un cauce con un sustrato arenoso y de rocas de diversas dimensiones, con ancho variable de hasta 80 m y sus márgenes inmediatas son franjas de 10 a 30 m de vegetación secundaria con especies arbóreas y arbustivas pioneras, muy diferente al bosque maduro localizado ladera arriba a ambos lados del cañón.

El río Reventazón en su margen derecha, en la mayor parte del tramo crítico posee un cañón con paredes casi verticales, cubierto de bosque maduro tapizado de áreas alteradas de vegetación secundaria debido a deslizamientos. En la parte baja del cañón en la orilla inmediata a la corriente del río sujeta a crecidas periódicas, se encuentra una franja angosta de aproximadamente 10 m de ancho, con vegetación baja de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas pioneras típicas de etapas sucesionales tempranas, también hay especies heliófitas por la alta luminosidad presente en un cauce tan amplio, tales como: platanillas, yutí, cordoncillo, palo de leche, caña brava, caña agria, hortiga, rabo de ratón, lengua de vaca, anicillo, palma sombrero, begonias, aráceas, helechos, papagallo, guarumo, poró, carboncillo, capulín, balsa, hule, yos, burío, capulín blanco, burío ratón, guabas y cuajiniquiles, chayotillo, cascúa, chaperno, zorrillo, colpachí y sotacaballo, entre otras. El bosque maduro intervenido ladera arriba está descrito en el acápite 8.2.1 de vegetación del ambiente terrestre.

La margen izquierda del tramo crítico del río Reventazón y ambas márgenes del río en la zona del embalse, presenta zonas con pendientes moderadas y alteración antrópica, ocupadas principalmente por pastos y charrales con una franja angosta de vegetación de 10 a 15 m de ancho a la orilla del río, con alta incidencia de luz y con predominancia de especies heliófitas y pioneras típicas de ambientes alterados principalmente poró, carboncillo, sotacaballo, ortiga, cordoncillo, guarumo, palo de leche, rabo de ratón, caña brava, yutí, helechos, platanillas, begonias, aráceas, palma sombrero, capulín, balsa, burío, guabas y cuajiniquiles, colpachí y cascúa. Algunos tramos de estas franjas poseen arboles altos remanentes de bosque original como: espavel, javillo, ceiba, surá, chilamate, guácimo colorado, garrocho, ajillo pilón, higueros, caimitos, gavilán, almendro de río, manú plátano, fruta dorada, sangrillo, mastate y otros.

Esta franja angosta de vegetación alterada también se da en la orilla de los canales laterales del río Reventazón, que poseen corriente calmada. Es relevante señalar que dichos canales están separados del cauce principal por la presencia de islas en el río formadas de material arrastrado por la corriente, cubiertas de vegetación característica de etapas iniciales de la sucesión secundaria. En islas de mayor tamaño y menor alteración la sucesión ha avanzado permitiendo el establecimiento de especies de etapas posteriores de este proceso natural de regeneración como: higuera colorada, espavel,

guácimo colorado, chilamate, laurel, jobo, higuierón, guácimo blanco, fruta dorada, fruta escobo, cedro amargo, chaperno y aguacatillo.

b. Cursos de agua no caudalosos

En algunos afluentes del río Reventazón con corrientes menos caudalosas y cauces menos alterados como las quebradas Rubio, Tres amigos y Guayacán, el bosque maduro intervenido presente en las laderas de sus cañones llega hasta la orilla del cauce.

Lagunas

Cercanas a la cola del embalse, en el AID se encuentra la laguna Lankaster en la margen derecha y las lagunas Bonilla en la margen izquierda.

La laguna Lankaster posee cobertura boscosa en sus orillas siendo un ecosistema maduro pero intervenido, con árboles altos de grandes dimensiones de especies esciófitas totales y parciales de bosque maduro como ira patón, espavel, pilón, javillo, sangrillo, cucaracho, sangregao, ojoche, surá, palmito dulce y amargo, manteco, guayabo de charco, gavilán, fruta dorada, panamá, chilamate, ceiba, caobilla, mastate, higuierón y guácimo colorado, junto con otras plantas de estratos intermedios y bajos como canfincillo, ocoras, guatil blanco, papayillo, palma sombrero, caña agria, cacao de montaña, aceituno, helechos arborescentes, ojochillos, platanillas, caimito, orejas de burro, aguacatillo, yos, maranthaceas, aráceas y pacayas entre otras. Debido a la amplitud del espejo de agua hay mucha luminosidad, por tanto también se encuentran especies heliófitas efímeras y durables como capulín, guarumo, guabas, hule, colpalchí, falsa ortiga, laurel, jacaranda, chancho blanco, balsa, rabo de ratón, lengua de vaca, peine de mico, cuajiniquil, papagallo, burío, yutí, anonillo y sotacaballo.

La margen de la laguna Bonilla se encuentra más alterada y el bosque en sus orillas está más intervenido, por tanto posee menos riqueza florística y menor densidad de especies arbóreas que el bosque descrito para la Laguna Lankaster.

8.4.1.2 Área de influencia aguas abajo de la restitución

a. Cocal

En esta zona ocupada principalmente por potreros con árboles aislados, el río posee un cauce muy amplio de aproximadamente 150 m de ancho. Los pastos alcanzan sus márgenes o éstas presentan franjas angostas 10 a 15 m con árboles típicos de zonas alteradas como: poró, madero negro, carboncillo, hule, balsa, guarumo y cornizuelo, con algunos árboles frondosos de guanacaste, javillo y cenízaro al igual que higuierón colorado, laurel, jobo, cedro amargo y aguacatillo.

En algunos sectores se encuentran parches boscosos angostos con vegetación más diversa con las mismas especies arbóreas mencionadas anteriormente junto con panamá, burío ratón, gavilán, anonillo, guácimo colorado, capulín blanco, higuierón, chilamate, espavel y ceibo.

b. Hamburgo

En esta zona predominan los bananales y potreros con árboles aislados y cercas vivas de madero negro, las márgenes del río Reventazón están muy alteradas y su vegetación consiste en pastos y franjas angostas de 10 a 15 m con árboles de poró, almendro de playa, madero negro, guaba chilillo y sotacaballo. Ocasionalmente hay árboles aislados de javillo, sangrillo, cedro, jobo, laurel, chaperno, cornizuelo, comenegro, gavilán, júcaro, jacaranda, anonillo, cocotero, bambú, chilamate, ceiba, guácimo colorado, caimito, guaba machete, aceituno, saragundí y árboles frutales de manzana de agua, mango, jocote, papaya y guayaba.

c. Caño blanco

En gira realizada en los alrededores de el atracadero de Caño Blanco, se observó que en esta zona predominan los potreros con árboles aislados y aguas arriba del atracadero las márgenes de los ríos Parismina y Reventazón se encuentran deforestadas con únicamente franjas poco densas y angostas de árboles de sotacaballo, guaba chilillo, guarumo, chaperno, jobo, sangrillo, guácimo colorado, chilamate, guatil blanco, poró, madero negro, , almendro de río, comenegro, panamá roble sabana, zapote, gavilán, cuajiniquil y pocos individuos de cativo, yolillo, caobilla y cenízaro.

Aguas abajo del atracadero son abundantes los potreros que llegan hasta las márgenes del río Parismina y en algunos trechos se presentan franjas angostas de vegetación similares a las descritas anteriormente, pero con mayor presencia de sangrillo, poponjoche, cativo y yolillo que son especies típicas de los bosques de humedal ribertino de transición hacia los manglares cercanos a la costa.

En las zonas de manglar, el mangle mariquita (*Laguncularia racemosa*), árbol pequeño de copa amplia, se encuentra en las orillas de los canales y tierra adentro, en áreas inundadas periódicamente predomina un árbol de mayor porte llamado botoncillo (*Avicennia bicolor*).

d. Parque Nacional Tortuguero

En las cercanías del extremo sureste del Parque Nacional Tortuguero, en el sector de Jalova, las márgenes del canal poseen un bosque maduro con árboles altos de fruta dorada, pilón, aceituno, chancho blanco, gavilán, almendro de río, guácimo colorado, sangrillo, guatil y caobilla entre otros junto con la palma yolillo. En las inmediaciones del canal las especies están sometidas a períodos de inundación.

e. Lagunas

La laguna del Peje se localiza en una zona de alta intervención antrópica y sus orillas están ocupadas por potreros con cercas vivas de madero negro y poró, además de árboles aislados de gavilán, sangrillo, guácimo colorado, sotacaballo, laurel, pilón, botarama, manú platano, almendro de río, guaba machete y nance, en algunos sectores es abundante la caña brava. Además es notoria la presencia de numerosos troncos secos de árboles muertos a causa de alguna inundación pasada por el aumento del nivel de la laguna.

La vegetación en las orillas de la poza del río Peje abajo del puente del camino al Cairo, consiste en una franja boscosa angosta y abierta con alta incidencia de luz, se observa la presencia de árboles de mediano porte de especies como: almendro de río, gavián, sotacaballo, guarumo, canfín, guácimo, poponjoche y frijolón.

8.4.2 Fauna del sistema acuático

Cauce Principal del río Reventazón

El río Reventazón es catalogado como una corriente de alta energía, tal y como se expone en el capítulo 7, aguas superficiales. Debido a la fuerza de la corriente del río Reventazón, los muestreos se dificultan a menos que se localicen zonas de remanso, brazos del río con corriente moderada y pozas laterales. Esto hace que la diversidad aparente en el río sea menor a la diversidad de peces observada en los afluentes, en los cuales la aplicación de las técnicas de muestreo es más fácil. Siendo el río el receptor y distribuidor de la variedad íctica de la región, son sus características dinámicas y morfológicas las que hacen que las especies se concentren en lugares donde se den las condiciones óptimas para el desarrollo de las diferentes especies de peces.

La fauna acuática más abundante en el cauce del río Reventazón son los peces junto con los camarones de río. Para la identificación precisa de los peces se utilizó el libro de Bussing (1998).

En el área proyectada para la construcción de la presa, el río está en su cuenca media. Donde empieza a disminuir la pendiente para entrar a la planicie. El cauce se abre hacia la margen izquierda, en esta zona hay mucho dinamismo y forma nuevos brazos, quedando islotes en el medio que logran una colonización de vegetación hasta que se produce otra llena que arrasa con todo y forma otros desvíos del río. Los brazos que tienen menor corriente quedan como pozas, algunos llegan a aislarse manteniendo un flujo muy suave. Estas pozas temporales, que pueden permanecer incluso hasta varios años, son de gran importancia para las especies pequeñas de peces, para los juveniles y para la reproducción de ranas y crustáceos como el camarón de río y los cangrejos. Después del puente de la carretera a Limón, el río se abre en ambos márgenes y divaga, formando múltiples cauces y meandros que le permiten disipar la energía antes de desembocar en el mar Caribe, estos múltiples cauces los utiliza alternativamente según sea la intensidad de la estación lluviosa.

Por las características del sistema acuático, tomando como base parámetros como salinidad, altitud, sustrato, velocidad de corriente y temperatura, así como por la composición de especies de peces, el Río Reventazón se puede zonificar en tres grandes áreas:

- Cuenca Baja (desde la desembocadura hasta el pie de monte, incluye la zona estuarina).
- Cuenca media (desde el pie de monte hasta los 600msnm).
- Cuenca alta (arriba de los 600 msnm).

En cuadro 8.3.1 se desglosan las especies colectadas por zona a lo largo del Río, la información relacionada a cada sitio de colecta a lo largo de la cuenca, tanto en el cauce principal como en los afluentes, se presenta en el anexo 8.1. Son importantes los muestreos en la confluencia del afluente con el cauce principal, ya que evidencia el uso del cauce principal como vía de paso.

Se colectaron en toda la cuenca 52 especies de peces con la máxima diversidad en la cuenca baja. Los sitios más diversos fueron los puntos en la confluencia del Reventazón con el río Parismina con 27 especies y el río Peje con 19. Los afluentes de la cuenca media mostraron una mayor diversidad cerca de la confluencia con el río Reventazón y en zonas quebradas con cantos rodados las especies se limitan a tepemechines, bobos juveniles y chupapiedras.

Cuenca Baja

El área de la desembocadura presenta un sustrato arenoso y lodoso, corriente moderada y de poca energía. La condición de eurihalino (salobre), donde el agua de mar se introduce formando una cuña en el fondo del cauce, se presenta en la desembocadura, los canales y hasta aproximadamente 1 km aguas arriba

Los estuarios son cuerpos de agua donde la desembocadura de un río se abre a un **ecosistema marino**, con una salinidad entre dulce y salada, o donde el agua de mar se diluye significativamente con el agua dulce que proviene del drenaje terrestre. En estos ecosistemas existe un gran intercambio de materiales como el agua, la salinidad, los nutrientes, los sedimentos y los organismos vivos.

El complejo estuarino (barreras costeras, bocas de ríos, lagunas, pantanos y canales) de los canales del Tortuguero recibe las aguas de muchos ríos, algunos pequeños y otros grandes como el río San Juan, río Colorado, los ríos Parismina (el Reventazón y el Parismina se unen unos kilómetros antes de llegar al mar), río Pacuare, río Matina y el río Moín. Debido al régimen de mareas del mar Caribe el cual solamente cambia un máximo de 1.10 m con un promedio anual de 0.15 m, prevalecen en los canales aguas dulces, por lo tanto la salinidad es muy baja entrando el agua salada bajo el agua dulce en forma de cuña. La conexión entre ríos favorece el intercambio genético de las especies y amortigua los eventos que se produzcan en alguno de los ríos de este complejo acuático.

En esta sección se reproducen gran cantidad de especies de agua dulce y marinos, por lo que funcionalmente es como un vivero del cual dependen estos dos sistemas acuáticos. Por incluir especies marinas y dulceacuícolas, se presenta aquí la mayor diversidad de todo el sistema del río. Se observaron 24 especies y los pescadores locales reportan 16 especies más para dar un total de 40 especies (cuadro 8.4.1). Los peces reportados son apenas una parte de un grupo de peces eurihalinos que utilizan el estuario, aunque en los canales del Tortuguero probablemente se restrinjan a la cercanía de las bocas. El tiburón toro ***Carcharhinus leucas*** y el pez sierra ***Pristis pectinata*** serían los peces más grandes.

Los peces (y otros organismos) de la zona estuarina son una mezcla de peces de agua dulce y peces marinos eurihalinos que penetran al estuario con fines de reproducción, crianza y alimentación, la zona estuarina del río Reventazón (Parismina a este nivel) aún no se ha estudiado debidamente, por ahora solamente tenemos reportes de pescadores locales y datos de algunas visitas. Se esperaría aumentar el número de especies en próximas visitas. Sin embargo pueden enlistarse peces marinos como el pargo negro (***Lutjanus cyanopterus***), robalos como ***Centropomus paralellus*** y ***Centropomus unionensis*** y la corvina (***Odontoscion costaricensis***). El sábalo ***Megalops atlanticus*** es un pez de suma importancia en pesca deportiva pescado y reportado por estos pescadores deportivos.

Los peces dulceacuícolas más abundantes fueron el ***Sicydium altum***, la sardinita ***Astyanax aeneus*** y la olomina ***Poecilia gillii***. Las grandes cantidades del chupapiedras ***Sicydium altum*** (miles en cardúmenes) son un reflejo de un particular momento en época seca donde post-larvas y juveniles (no mayores de 3 cm) comenzaban a migrar del estero hacia el interior.

Aguas arriba, dejando la influencia del agua salobre, la cuenca baja se caracteriza por presentar un cauce amplio que divaga en las llanuras de inundación. En esta zona se colectaron peces de agua dulce como las sardinas (***Astyanax aeneus***, ***Roeboides bouchelei***, ***HyP.H.essobrycon tortuguerae***), las machacas (***Brycon guatemalensis***), las olominas (***Poecilia gillii***, ***BrachyrhaP.H.is parismina***) fueron colectados en la confluencia del Parismina con el río Reventazón. También las mojaras (Familia Cichidae) ***AmP.H.iloP.H.us citrinellus***, ***Archocentrus septemfasciatus***, ***Archocentrus nigrofasciatum*** además de guabinas ***Gobiomorus dormitor***, el lamearena (Familia Gobiidae) ***Awaous banana***, sardinitas plateadas (Familia Atherinidae) ***Atherinella hubbsi*** y el roncadador ***Pomadasys croco***, un plecostomo introducido (Familia Loricariidae) (de especie aún no identificada), los barbudos ***Rhamdia guatemalensis*** y ***Rhamdia rogersi*** se colectaron junto con el pez bobo ***Joturus pichardi*** durante las operaciones de desembalse de sedimento de las presas. Los pescadores de la zona informan que el pez bobo no es un habitante regular en esta época del año y que baja para escapar de las aguas lodosas.

En los puntos restantes de la zona baja, se muestrearon además del cauce principal, varios afluentes del río Reventazón (Río Peje, Río Herediana, Río Parismina) y esto se refleja en los datos donde aparecen peces asociados a sustrato rocoso y de canto rodado como el chupapiedras (***Sicydium altum***), el tepemechín (***Agonostomus monticola***).

El Río Peje presentó una gran diversidad en mojaras (Cichlidae), la poza en particular alberga una población grande de machacas ***Brycon guatemalensis***. De nuevo, los peces más abundantes fueron la sardina ***Astyanax aeneus*** y la olomina ***Poecilia gillii***, mientras que el chupapiedras ***Sicydium altum*** no es tan abundante en esta parte de la cuenca, y aparece en lugares con cantos rodados.

Cuenca Media

La Cuenca Media se caracteriza por tener rápidos y una fuerte corriente, esta condición se debe a la pendiente de la ladera de la montaña que el río debe recorrer. Los fondos son de cantos rodados grandes. Pocos son los sitios que permiten realizar un muestreo seguro en el cauce principal del río Reventazón. Los muestreos realizados en la Cuenca Media específicamente para el EIA del P.H. Reventazón (año 2007 y 2008) mantienen la misma relación en abundancia y número de especies de peces de las observadas en los muestreos en estudios anteriores (Segura, 2006) con excepción de la captura de una especie de la Familia Rivulidae (***Rivulus costaricensis***) que se localiza en quebradas muy pequeñas que no habían sido muestreadas hasta la fecha. Además los reportes de pescadores y muestreos en lagos y lagunas indican una “siembra” de peces introducidos con fines de pesca y acuicultura (tilapia y carpas) que pueden estar ocasionando un impacto negativo en los ríos de Costa Rica, además se conoce que las tilapias son peces que rápidamente “colonizan” los embalses de las presas y por tal motivo deben considerarse en este caso como “nocivas”.

Cuadro 8.4.1– Número de individuos por especies de peces observados por sitio
(Ver lista de sitios al final)

Especie	00 1	00 2	00 3	00 4	00 5	00 6	00 7	00 8	00 9	01 0	01 1	01 2	01 3	01 4	01 5	01 6	01 7	01 8	01 9	02 0	02 1	02 2	02 3	02 4	02 5	ESP
<i>Atractosteus tropicus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Astyanax aeneus</i>	12 8	64	33	22	44 4	1	36	15	12	34	1	19	0	0	95	12 8	41	3	31	48	83	4	20	28 8	46	159 6
<i>Sicydium altum</i>	26 0	0	6	0	0	0	0	37	6	22	24	3	0	0	2	0	76	0	13 5	20 1	23 6	0	1	0	0	100 9
<i>Poecilia gillii</i>	28	7	82	0	10 5	14	37	0	20	16 0	6	0	0	0	12 0	88	11	3	2	6	22	12	0	18	30	771
<i>Agonostomus monticola</i>	0	0	23	1	1	1	0	13	32	14	29	1	0	0	12	45	65	5	22 6	64	11 3	0	49	25	0	719
<i>Brycon guatemalensis</i>	1	43	7	18	40 4	5	0	4	12	13	0	0	0	0	45	0	2	0	2	3	1	0	4	13	1	578
<i>Joturus pichardi</i>	0	25 20	0	44	2	0	0	1	13	0	2	0	0	0	0	1	2	0	18	0	24	0	5	22	3	162
<i>Mugil curema</i>	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	218
<i>Rhamdia rogersi</i>	0	6	0	1	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	21	50	85
<i>Archocentrus septemfasciatus</i>	0	1	1	0	10	2	8	1	4	4	2	0	0	0	7	0	0	1	0	5	12	0	0	13	0	71
<i>Astatheros alfari</i>	0	3	0	0	20	0	9	0	2	5	2	0	0	0	8	6	2	0	0	1	2	0	0	0	0	60
<i>Oreochromis niloticus</i>	0	0	0	3	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	0	17	0	59
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	3	0	0	1	44	53
<i>Bryconamericus scleroparius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	17	0	24	0	0	0	0	0	48
<i>Brachyrhaphis parismina</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	23	0	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
<i>Neetroplus nematopus</i>	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	44
<i>Archocentrus nigrofasciatus</i>	0	0	0	0	20	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	38
<i>Parachromis dovii</i>	0	0	0	0	16	0	8	1	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	4	0	0	0	37
<i>Ciprinus carpio</i>	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	29
<i>P.H.allichthys amates</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	18	0	0	0	0	4	0	0	0	0	26
<i>Centropomus paralellus</i>	17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
<i>Rhamdia nicaraguensis</i>	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	15	0	22
<i>Atherinella milleri</i>	0	2	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
<i>Alfaro cultratus</i>	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Rivulus isthmensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16

Especie	00 1	00 2	00 3	00 4	00 5	00 6	00 7	00 8	00 9	01 0	01 1	01 2	01 3	01 4	01 5	01 6	01 7	01 8	01 9	02 0	02 1	02 2	02 3	02 4	02 5	ESP
<i>Pomadasys crocro</i>	0	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	15	
<i>Gobiomorus dormitor</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	13
<i>Eugerres plumieri</i>	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>HypsoP.H.rys nicaraguensis</i>	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Atherinella hubbsi</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Awaous banana</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	7
<i>Theraps underwoodi</i>	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Loricariidae - Plecostomus</i>	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Oxyzygonectes dovii</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Centropomus undecimalis</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Astatheros rostratus</i>	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Gymnotus cylindricus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Roeboides bouchellei</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
<i>Gobiesox nudus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Symbranchus marmoratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
<i>Trinectes paulistanus</i>	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>PseudoP.H.allus mindii</i>	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Dormitator maculatus</i>	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Eleotris amblyopsis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Parachromis managuensis</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>AmP.H.iloP.H.us citrinellus</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>OP.H.ioscion costaricensis</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Parachromis loisellei</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Archocentrus centrarchus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>HyP.H.essobrycon tortuguerae</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

TOTAL PECES OBSERVADOS	323	393	177	69	1084	28	149	59	105	254	71	27	16	19	304	163	208	30	416	371	515	27	80	435	176	5500
TOTAL ESPECIES POR SITIO	15	27	10	8	19	8	10	8	10	9	11	4	2	2	14	9	10	6	8	12	17	5	6	12	8	

TOTAL ESPECIES 52

SITIO	Nombre del Sitio	SITIO	Nombre del Sitio	SITIO	Nombre del Sitio	SITIO	Nombre del Sitio
001	ES Parismina Costera	009	CB Puente Autopista	017	CM Río Lajas	025	CM Río Atirro
002	CB Parismina Dos Bocas	010	CM Sitio Préstamo	018	CM Río Peje La Florida		
003	CB Cocales	011	CM Río Guayacán	019	CM Río Pascua		ES = Estuarino
004	CB Río Peje - Reventazón	012	CM Río Tres Amigos	020	CM Quebrada Hermosa		CB = Cuenca Baja
005	CB Río Peje Poza	013	CM Quebrada Rivulus	021	CM Río Bonilla		CM = Cuenca Media
							CA = Cuenca Alta
							(No se muestreó)
006	CB Río Peje Autopista	014	CM Quebrada Sibon	022	CM Laguna Lankaster		
007	CB Las Tilapias	015	CM Sitio Presa	023	CM Río Calvario		
008	CB Río Siquirres	016	CM Río Rubio	024	CM Peralta		

NOTAS:

Oreochromis niloticus (Tilapia)**Tilapia mosambica** (Tilapia)**Oncorhynchus mykiss** (Trucha)**Plecostomus** sp (Plecostomo)**Ciprinus carpio** (Carpa)

Todas las anteriores son especies introducidas.

Oxyzygonectes dovii Reportado para el Pacífico pero apareció en las colectas estuarinas.

En la cuenca media confluyen varios afluentes del río Reventazón, que dependen del río principal para mantener un estado saludable de sus poblaciones de peces. Los ríos Rubio, Lajas, Carazo, Bonilla, Pascua y la Quebrada Hermosa confluyen en la zona aguas arriba de donde se ubicará la presa del P.H. Reventazón, por lo que quedarán desaguando en el futuro embalse, lo que implica que quedarán aisladas de la cuenca inferior.

Los muestreos en el sitio de presa y la quebrada Rubio presentaron la mayor diversidad de la cuenca media. De nuevo *Astyanax aeneus* y *Poecilia gillii* fueron las especies más abundantes, condición común en todo el país, a esta altura son abundantes también las machacas (*Brycon guatemalensis*), los tepemachines (*Agonostomus monticola*), las mojarra más comunes son *Astatheros alfari*, *Astatheros rostratus*, el guapote lagunero *Parachromis dovii*, menos común pero muy importante el pez bobo *Joturus pichardi*, el barbudo *Rhamdia guatemalensis* y la guabina *Gobiomorus dormitor*. Las especies restantes son escasas en toda la cuenca *Awaous banana*, *Brachyrhaphis parismina* con excepción del chupapiedra *Sicydium altum* que se ha subestimado la población en el sitio, su abundancia es mayor en los afluentes.

Aguas abajo del sitio de presa, los dos afluentes de importancia que quedarán en conexión con la cuenca baja son el Río Guayacán y el Río Tres Amigos, ambos con una importante fauna acuática y que confluyen en lo que será el tramo crítico afectado por el caudal ambiental.

Cuenca alta

La cuenca alta es la más alterada en cuanto al ambiente acuático debido a la presencia de las dos represas Angostura y Cachí. La sola presencia de la presa separa permanentemente en dos secciones al río, situación que elimina la posibilidad natural de mantener un intercambio genético entre poblaciones de todos los peces. El impacto es mayor en los peces que requieren migrar periódicamente a las zonas bajas y los estuarios.

El impacto ambiental que las represas causan durante su operación, repercute en el resto del sistema del río hasta la desembocadura, las actividades de limpieza de los embalses de Cachí y Angostura tienen un impacto de gran importancia en la cuenca alta y media del río, pero ha sido hasta en los últimos cinco años que se ha dado seguimiento a la documentación de estos eventos.

Otro aspecto importante de contabilizar en la situación actual de la cuenca alta es la presencia de especies de peces “sembradas” con fines de acuicultura. La trucha *Oncorhynchus mykiss*, es una especie introducida en áreas donde naturalmente no existía ningún pez autóctono, sus efectos nocivos como depredador de insectos acuáticos y renacuajos aún no se han determinado para el país pero existen datos para otros lugares del mundo donde las ranas de altura autóctonas han disminuido o desaparecido.

De igual manera, las tilapias (*Oreochromis niloticus*, *Tilapia mozambica* y otras) invaden los embalses, en el caso del embalse de Cachí, la población dominante son las tilapias.

La condición de barrera que ejerce una presa y el proceso de aislamiento y sobrevivencia de las especies es todavía un tema de estudio, ya que son muchos los factores que influyen el proceso. En el caso del Reventazón, los muestreos indican que algunos peces

están “trepando” por ríos secundarios o han logrado sobrevivir la colecta durante los desembalses de chupapiedras y bobo a la altura de Atirro demuestran esta situación.

Migración de Peces

Entre los vertebrados, los peces y las aves, además de algunos mamíferos, son los grupos que presentan mayor incidencia de comportamientos migratorios. En el caso de los peces, estos movimientos pueden estar localizados en el mar, en las aguas dulces, o entre el río y el mar. De manera que se puede clasificar a los peces migratorios en tres grandes grupos: diádromos, potamódromos y oceanódromos.

Diádromos son peces migratorios que se mueven entre el mar y las aguas dulces. Pueden ser de 3 tipos: anádromos, catádromos y anfídromos. Anádromos son peces diádromos que pasan la mayor parte de su vida en el mar, pero entran en las aguas dulces para reproducirse. El mayor ejemplo de ellos son los salmones en zonas templadas. En Costa Rica no existen peces marinos que remonten los ríos para reproducirse, algunas especies marinas se reproducen en aguas estuarinas o éstas sirven para la crianza de estadíos larvales, alevines y juveniles.

Catádromos son peces diádromos que pasan la mayor parte de su vida en las aguas dulces, pero van al mar para reproducirse (talasotocos). Como la fase de mayor tiempo alimentación y crecimiento tiene lugar en el río también se les denomina potamotrofos. El mayor ejemplo de ellos son las anguilas (*Anguilla rostrata*).

Anfidromos son peces que se mueven entre el mar y las aguas dulces o viceversa pero no por causas reproductivas. Un ejemplo de ellos son las lisas (*Mugil curema*). Una apreciable cantidad de especies marinas se internan en aguas dulces y salobres, algunos se internan varios kilómetros río arriba, otros permanecen dentro o cerca del estuario. Un ejemplo de estos son los robalos (*Centropomus* spp), los pargos (*Lutjanus* spp). Se reportó un robalo a la altura de la cuenca media en Atirro.

Potamodromos son peces cuyos movimientos migratorios tienen lugar exclusivamente en agua dulce, un ejemplo de estos es la trucha y en el caso del trópico la machaca (*Brycon* spp), el tepemechín *Agonostomus monticola* y el pez bobo *Joturus pichardi* también hacen estas migraciones y no necesariamente llegan hasta el estuario. En realidad aún se desconocen las necesidades de desplazamiento de estas dos especies.

La migración de los chupapiedras (*Sicydium* spp) los cuales se reproducen río arriba, depositan los huevos en los fondos rocosos y la larva es llevada por la corriente al mar y los estuarios, luego remonta los ríos en la época seca cuando las corrientes tienen menor fuerza. Este es un evento coordinado con la migración de camarones, la migración masiva de postlarvas de ambos es de suma importancia para la alimentación de peces grandes en época seca y en otros países se ingiere como alimento.

Además de los casos de peces migratorios antes mencionados, muchas especies fluviales sedentarias o residentes también efectúan movimientos pre-reproductivos ascendentes en los ríos. Este hecho está relacionado con la búsqueda de aguas más claras y oxigenadas, pero siempre tienen un inequívoco carácter físico con fines de paliar o contrarrestar la deriva de los huevos, larvas, alevines y adultos de los peces fluviales por la acción continua de la corriente. Solamente las especies de pequeño tamaño y

fundamentalmente bentónicas no experimentan estos movimientos pre-reproductivos o solo lo realizan en pequeña escala.

La determinación de los peces que migran en una cuenca es importante para establecer las medidas de mitigación que requieran para superar el efecto de barrera que ocasiona la presa y el embalse sobre estos peces que son los que resultan más afectados.

Especies de peces amenazadas

En la lista oficial de especies amenazadas de Costa Rica (La Gaceta, 20 de setiembre 2005) no aparece ninguna especie de pez en peligro de extinción. Sin embargo en las listas internacionales de especies amenazadas tienen catalogado como seriamente en peligro de extinción al pez sierra (*Pristis pristis*), el cual es un habitante bentónico de las desembocaduras de los ríos el cual por la forma de sierra del morro se enreda fácilmente en las redes ilegales que colocan en las desembocaduras de los ríos. Este pez pariente cercano de los tiburones no se ha colectado (debido a su gran tamaño) pero ha sido reportado por los pescadores locales.

Para el pez gaspar *Atractosteus tropicus* habitante común de lagos, lagunas y ríos grandes de la cuenca del San Juan, que también está reportado para los canales del Tortuguero existen recomendaciones para declararlo especie amenazada.

A pesar de que los peces prácticamente no son especies amenazadas, el verdadero peligro de una extinción masiva de peces es la destrucción y/o contaminación de la cuenca hidrográfica.

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 del hábitat acuático trae como consecuencia la desaparición localizada de especies que requieren corrientes y fondos rocosos como el bobo *Joturus pichardi*, el tepemechín *Agonostomus monticola*, el chupapiedras *Sicydium altum* y el trepapedras *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 mojarras. 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.

En cuanto a peces migratorios, la medida de mitigación será el transporte aguas arriba de la presa y aguas abajo en el tiempo que los animales lo requieran. Para esto en la literatura se sugieren varios mecanismos desde pasarlos “a mano” hasta escaleras o ascensores especiales.

Invertebrados acuáticos

Se realizaron colectas de invertebrados acuáticos en los diferentes puntos de muestreo en el cauce principal y afluentes del Reventazón para relacionar la calidad del agua a la presencia de los diferentes grupos de invertebrados, los resultados y análisis se presentan en el capítulo 7. Desde el punto de vista de diversidad, hasta el momento se han identificado 123 especies agrupadas en 23 órdenes, 48 familias y 101 géneros. Queda aún material en revisión, por lo que la lista puede seguir variando. Dado que el muestreo fue limitado, no es posible establecer aún comparaciones entre sitios.

Como reportes nuevos para el país, se identificó la especie ***Noterus clavicornis*** de la familia Noteridae, orden Hemiptera; Una larva de la familia Polythoridae del orden Odonata, no pudo ser identificada.

En términos generales, la diversidad de familias y géneros encontrados revela que existe gran deriva en el sistema del Reventazón, la presencia de especies típicas de aguas contaminadas en el mismo sitio que especies y familias características de aguas limpias, indican que la corriente mueve constantemente organismos aguas abajo, por lo que debe valorarse esta condición a la hora de interpretar la información.

Algunos afluentes demuestran claramente una alta calidad de agua como las quebradas Guayacán, Tres Amigos, Rívilus, Sibón, Lajas y la Herediana. Otros sitios como el Cocal, cerca del Carmen, el cauce principal en el área de la Florida y Bajo 52 presentan condiciones de muy mala calidad, sin embargo los muestreos en estos sitios no son suficientes para ser concluyentes.

Camarones y otros crustáceos

En nuestras capturas siempre se colectaron camarones del género ***Macrobrachium*** spp, presentan una migración similar a los chupapiedras en verano, aprovechando la reducción del caudal para remontar el río. La reducción del caudal también favorece el crecimiento de fauna y flora incrustante en los cantos rodados del río.

Afluentes y quebradas

Dos importantes afluentes del río Reventazón son la Quebrada Guayacán y la Quebrada Tres Amigos. Constituyen junto con dos quebraditas más pequeñas (Quebrada Sibon y Quebrada Rivulus) el primer aporte de caudal natural al caudal de compensación en el tramo crítico. Son de aguas limpias y el bosque ripario que las protege alberga una

diversidad de anfibios. Debido a que atraviesan el área destinada a construir varias estructuras, se recomienda reducir el impacto sobre ellas al máximo.

Otros afluentes importantes son la Quebrada Lajas, Rubio, Carazo, Pascua, Hermosa y el río Bonilla, todos ellos confluyen en el embalse, su población de peces deberá mantenerse así como su calidad de aguas.

Se recomienda también estudiar la posibilidad de establecer una conexión artificial entre los ríos Rubio, Peje y Herediana porque esto permitiría establecer un “bypass” o corredor acuático por donde los peces pueden alcanzar desde la cuenca baja la cuenca media.

Las especies de peces consideradas como las más frágiles son las que necesitan realizar migraciones al mar o a los estuarios con fines de reproducción. Las tres especies que realizan migraciones son el bobo (*Joturus pichardi*), el tepemechín (*Agonostomus monticola*) y el chupapiedras (*Sicydium altum*). A la vez las tres especies presentan las mismas necesidades de hábitat: fondos pedregosos, corrientes de moderadas a fuertes y una calidad de agua muy buena. Su distribución altitudinal es de las más amplias considerando las demás especies de peces de la zona.

El pez bobo (*Joturus pichardi*) (Familia Mugilidae) es uno de los que alcanzan mayor talla, a pesar de su dieta casi exclusiva de algas que tapizan las rocas y cantos rodados del fondo del río principal y sus afluentes. También es muy apreciado en pesca deportiva y de subsistencia. Es considerado como el de mejor sabor de los peces de agua dulce nacionales. Por la misma razón, a pesar de no estar incluido dentro de los Apéndices de CITES (CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES) ni en las listas nacionales de especies en peligro, por su necesidad de migrar y habitar aguas limpias, la pérdida de hábitat que significa la interrupción de los ríos ocasionado por los embalses, puede “debilitar” sensiblemente la especie. Esta pérdida de hábitat incluye la pérdida de secciones del río con fondos de roca y cantos rodados, particularmente las secciones antes del “pie de monte” como es el caso del P.H. Reventazón. En el caso del pez bobo, solamente ejemplares de tallas juveniles se observaron en los afluentes, de manera que los adultos permanecen en el cauce del Reventazón.

El tepemechín (*Agonostomus monticola*) también de la Familia Mugilidae, es más pequeño que el anterior (máximo 35 cm) y tiene necesidades de hábitat similares al bobo (fondos rocosos o de cantos rodados, aguas limpias, realiza migraciones altitudinales, requiere ir a reproducirse a los estuarios). Es apreciado en pesca deportiva y para subsistencia. Este pez también es afectado en forma muy similar al bobo aunque a diferencia del bobo especímenes adultos aparecen en los afluentes en corrientes moderadas.

El chupapiedras (*Sicydium altum*) es un pez que a pesar de ser pequeño es de suma importancia puesto que junto con los camarones de agua dulce (*Macrobrachyum* sp) realiza impresionantes migraciones masivas de post larvas y juveniles aprovechando que la fuerza de las corrientes y el caudal del río se reducen en la época seca. Esta reducción del caudal permite mayor penetración de luz que favorece a las algas que crecen sobre los cantos rodados y rocas. Obviamente constituye importante alimento para peces de mayor tamaño.

En la sección de explotación de materiales se ubican cuatro quebradas que son afluentes en la margen derecha y que corren a través de la finca de la Plywood, estas quebradas son muy importantes tanto por la calidad de las aguas como por el ecosistema y biodiversidad que soportan.

Quebrada Rivulus

Quebrada de muy poco caudal con profundidad promedio de unos 20 cm, cauce no mayor de 2 metros que discurre sobre un fondo de lodo y canto rodado de 20 de diámetro promedio con pequeñas pozas donde se acumula hojarasca. Pendiente de un 30 %. Bosque ripario muy alterado en un cañón angosto de 7 metros de profundidad. Aguas muy claras y limpias. Importante porque se capturaron varias especies de anfibios en particular las ranas de vidrio (*Cochranella* spp) y una especie de pez difícil de coleccionar por ser nocturno con el más alto rango de distribución altitudinal (*Rivulus isthmensis*) y una olomina (*Priapichtys annectens*). Se le dió este nombre dado que nadie del lugar la pudo identificar. Pasa cerca de la trocha maderera que da acceso a la escombrera 2 (229373.20 Lat, 583961.09 Long. Lambert Norte). Altitud 170 m.s.n.m.

Quebrada Sibon

Quebrada de caudal un poco mayor que la anterior con profundidad promedio de unos 30 cm, cauce no mayor de 2 metros de ancho que discurre sobre un fondo de canto rodado de 30 cm de diámetro promedio. Pendiente de un 30 %. Bosque ripario menos alterado en un cañón angosto de 12 metros de profundidad pozas separadas por caídas pequeñas, fuerte pendiente a la altura del camino. Aguas muy claras y limpias. Importante porque se capturaron varias especies de anfibios en particular las ranas de vidrio (*Cochranella* spp) y una especie de pez difícil de coleccionar por ser nocturno con el más alto rango de distribución altitudinal (*Rivulus isthmensis*) y una olomina (*Priapichtys annectens*). Se le dió este nombre dado que nadie del lugar la pudo identificar. Pasa cerca de la trocha maderera que da acceso al dique-camino (229633.35 Lat, 584061.30 Long. Lambert Norte). Altitud 170 m.s.n.m.

Quebrada Tres Amigos

Quebrada de mayor caudal a las anteriores, aproximadamente 1 m³/s de caudal (época seca), con profundidad promedio de 35 cm, cauce de 8 metros de ancho confinado en cañón de 12 metros; fondo de roca y canto rodado de diámetro promedio de 35 cm, pozas pequeñas separadas por pequeñas caídas, bosque ripario alterado. Aguas muy claras y limpias con importante recuento de especies de anfibios, reptiles, peces y entomología acuática. Es atravesada por un camino en unos de los puntos de muestreo.

Quebrada Guayacán:

Quebrada de mucho mayor caudal a las anteriores, aproximadamente 2 m³/s de caudal (época seca), con profundidad promedio de 35 cm, cauce de 8 metros de ancho confinado en cañón de 12 metros; fondo de roca y canto rodado de diámetro promedio de 50 cm, es un sistema de pozas interconectadas por un escaso caudal y separadas por pequeñas caídas, durante la temporada lluviosa las pozas suben de nivel, por lo que las caídas son apenas un pequeño obstáculo para los movimientos de las especies acuáticas, mientras que en la temporada seca, las pozas bajan de nivel y la altura de las caídas se hace evidente, por lo que las pozas quedan aisladas, dificultando así los movimientos de

algunas especies voraces. Esta situación da oportunidad a que el desarrollo de los estados larvales de ranas, macroinvertebrados y peces se pueda completar, asegurando así abundancia en poblaciones adultas. Aguas muy claras y limpias con importante recuento de especies de anfibios, reptiles, peces y entomología acuática. El bosque ripario presenta una buena condición, lo que asegura la calidad del sistema.

Estas cuatro quebradas atraviesan el área del Proyecto y el área de influencia directa del Sitio de Préstamo aguas debajo de la Presa, además, son de suma importancia porque son los primeros aportes de caudal que se agregarían al caudal de compensación en el tramo crítico.

Río Reventazón como corredor acuático

La inestabilidad de terrenos en las márgenes del río Reventazón produce movimientos de tierra que en ocasiones obstruyen la escorrentía, provocando la anegación de ciertas áreas, lo cual, dada las condiciones de baja permeabilidad del suelo, permiten la formación de humedales, algunos de ellos llegan a formar lagunetas y lagunas donde el espejo de agua llega a tener permanencia. Este conjunto de espejos de agua a las orillas del cauce y a lo largo del río, forman un corredor acuático que sirve de guía a las especies de aves que se movilizan a través del cañón del río, ya que provee de espacios para refugio, descanso y alimentación. Esta condición permite que las aves acuáticas se reporten en diversos sitios a lo largo del río, aún en la cuenca media alta y cuenca alta. Por ejemplo, el pato aguja se ha observado hasta en la confluencia del río Pejibaye con el Reventazón, aguas arriba del embalse de Angostura, en este sentido, es importante analizar la utilización del hábitat del embalse por estas especies acuáticas.

CAPÍTULO 9

9. Descripción del ambiente socioeconómico

Situación General del cantón de Siquirres

Localización geográfica y división político administrativa

El cantón de Siquirres es el tercero de la provincia de Limón, y fue creado bajo el decreto no. 11 del 19 de septiembre de 1911.

Geográficamente se ubica en las coordenadas dadas por 10 08'45" latitud norte y 83029'50" longitud oeste.

Limita al norte con el cantón de Pococí, al sur con el cantón de Turrialba, al oeste con Guácimo y al este con el cantón de Matina y el Mar Caribe.

La anchura máxima es de 52 Km, en dirección norte sudeste, desde la desembocadura del río Pacuare en el mar Caribe hasta la naciente del río Destierro (Plan de Desarrollo Local del Cantón de Siquirres 2001-2010: **PDLCS** 2001-2010).

El cantón está dividido en seis distritos, de los cuales cuatro estarán dentro del área de influencia social del proyecto. Los distritos dentro del área social del proyecto son: Siquirres, La Florida, La Alegría y El Cairo.

Siquirres:

Es el distrito primero del cantón. Su división política administrativa se compone de 28 comunidades distribuidas en tres sectores: sector norte, sector central y sector sur.

El Sector Norte está compuesto por las siguientes comunidades: Celina, La Esperanza, Nueva Esperanza, Nuevo Santo Domingo, Santo Domingo, La Laguna, Westonia, Imperio, San Alberto, Banacol, La Isla, Islona, Nueva Virginia, Maryland, Parismina, Vegas Pacuare, Caño Blanco, Bambusal, Hamburgo, San Pancracio, El Carmen, La Lucha, El Cocal, Los Ángeles. De este sector, se consideran dentro del área de influencia indirecta del P.H. Reventazón las comunidades de Santo Domingo, Parismina, Caño Blanco, Hamburgo, Fincas El Carmen y El Cocal.

El Sector Central está compuesto por las siguientes comunidades: Indianas, Palmiras, Quebrador, Tobias Vaglio, Siquirrito, San Martín, Maria Auxiliadora, San Rafael, Ciudadela Flores, La Guaria, Bo. Brooklin, Los Mangos, Betania, Brisas del Reventazón, La Amelia, Laureles, INVU Viejo, Barrio Nuevo, Bo. Brooklyn. Se considera que la ciudad de Siquirres y sus diferentes varios pertenecen al área de influencia indirecta del proyecto.

El Sector Sur está compuesto por las siguientes comunidades: Moravia, Guayacán, Santa Marta, Linda Vista, 52 millas, Los Ángeles,(Bajo Tigre), San Joaquín, El Coco. Todas estas comunidades menos Los Ángeles son parte del área de influencia directa del proyecto.

Florida:

Es el tercer distrito del cantón. Se compone de trece comunidades distribuidas en dos sectores, Norte y Sur.

En el sector norte están ubicadas siete comunidades, cuyos nombres son: Florida Centro, Calle Francia, Barrio Pueblo Nuevo, Las Lomas, Calle Fuente, Calle Nubes y Bajos de Florida. De estas comunidades, La Florida Centro y Las Lomas se encuentran dentro del área de influencia directa del proyecto.

En el sector sur existen seis comunidades: Ojo de Agua, Pascua, Bonilla Abajo, San Antonio, San Isidro de Pascua y Llanos. Pascua, Bonilla Abajo, San Antonio y Llanos son parte del área de influencia directa del proyecto.

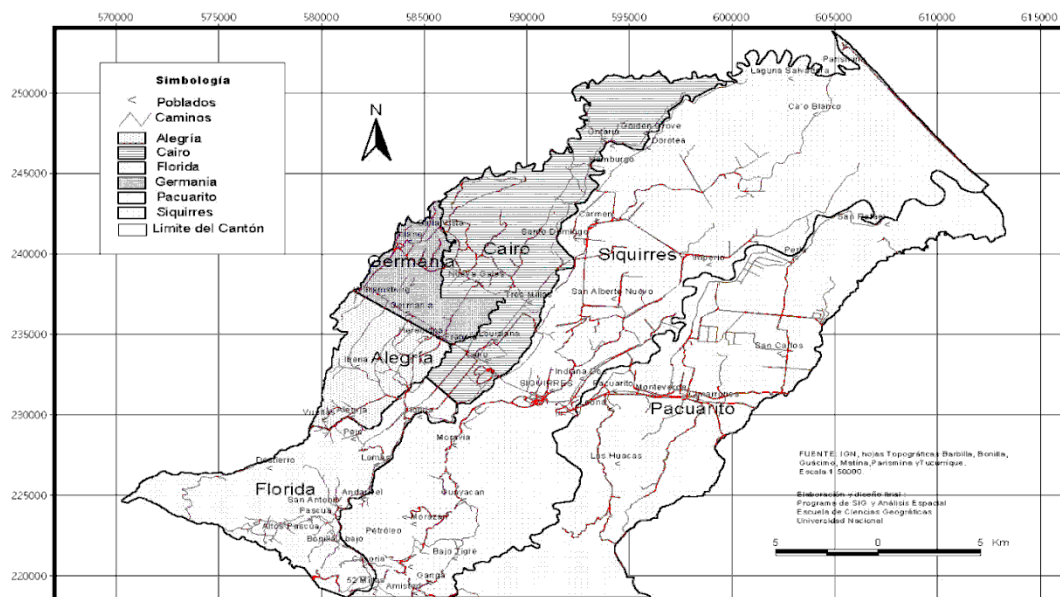
Cairo:

Es el quinto distrito del cantón. Administrativamente se divide en las siguientes comunidades: El Cairo, Lousiana, El Peje, Trinidad, La Francia, Seis Amigos, Gavilanes. Cuatro Millas, Siete Millas, Porter Hyne, Silencio y Catalina. De estas comunidades, El Cairo, Louisiana, El Peje y 3-4-5 Millas están en el área de influencia indirecta del proyecto.

La Alegría:

Es el sexto distrito del cantón y el más reciente. Fue declarado como tal en febrero de 1997. Su división política administrativa se compone de las siguientes comunidades: Ceibos, Altos Germania, Esmeralda, Grano de Oro, Alegría Centro, Portón Iberia, La Y Griega, San Isidro y El Cruce. De estas comunidades, solamente Alegría centro es parte del área de influencia directa del proyecto.

Figura 9.1
Cantón Siquirres
División distrital, centros poblados y caminos
CANTON SIQUIRRES
División Distrital, Centros Poblados y Caminos



Fuente: Plan de Desarrollo Local del Cantón de Siquirres 2001-2010

Características demográficas

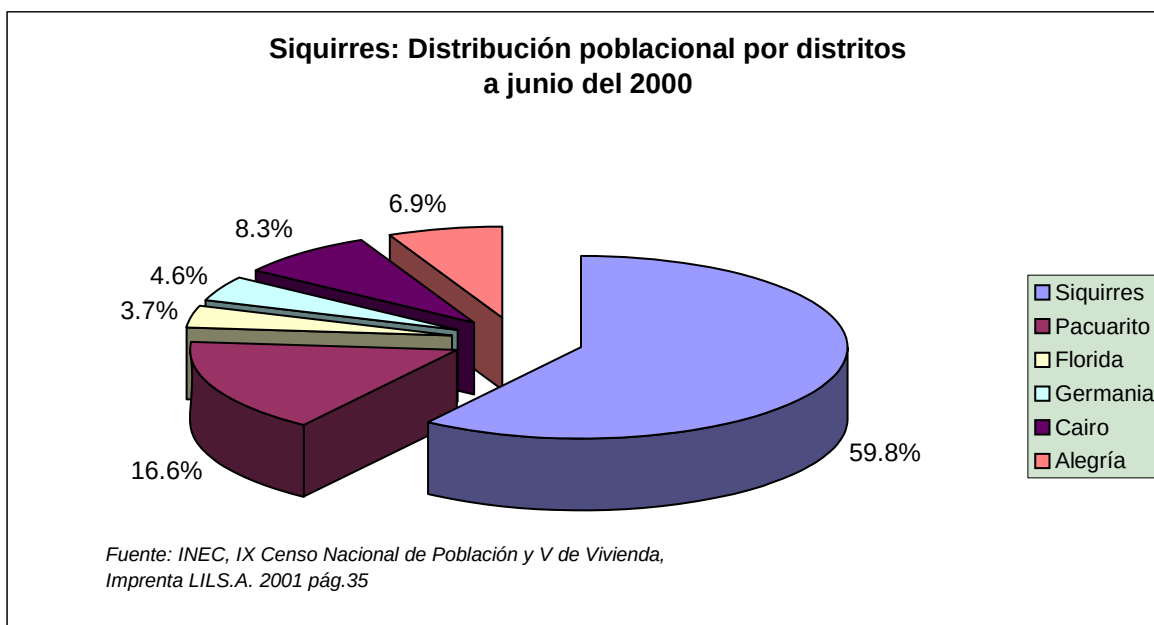
La población Siquirreña es de origen variado gracias a la migración china y negra que se dio con la construcción de la vía férrea. Existen también etnias autóctonas y mezclas entre las mismas. Predominan los migrantes provenientes del resto del país, especialmente Turrialbeños, así como negros afrocaribeños, chinos e indígenas (PDLCS 2001-2010). En el cantón “se da un verdadero crisol cuyo producto es una gran mezcla étnica y cultural” (PDLCS 2001-2010).

Producto del variado origen de su población, en el cantón se hablan varias lenguas: El Castellano (lengua predominante), Inglés, (especialmente entre la población de origen jamaquino), Spaninglish (mezcla de inglés y castellano, de uso especialmente en la juventud y la población general) (PDLCS 2001-2010).

El cantón de Siquirres tiene una población urbana de 5,259 personas, que representan un 29.1% de la población total, mientras que la población rural es de 37.150 que representa un 70.9%. Esta realidad lo convierte en un cantón con una población predominantemente rural

La densidad de población promedio para Siquirres es de 60.9 Hp Km² que está ligeramente por debajo del nacional y por encima del provincial. El distrito de Alegria muestra la mayor densidad poblacional, 96.8 Hp Km² debido a que su territorio es muy reducido (PDLCS 2001-2010). En la figura 9.2 se puede apreciar la distribución población por distritos según el censo del año 2000.

Figura 9.2
Distribución poblacional por distritos a junio del 2000



Fuente: INEC, IX Censo Nacional en PDLCS 2001-2010

Características socioeconómicas

A continuación se enlistan algunas de las características socioeconómicas del cantón de Siquirres (PDLCS 2001-2010).

Salud

Tasa de natalidad:

La tasa de natalidad del cantón en 1996 era de 23 por cada 1.000 habitantes mostrándose una reducción con respecto al año anterior que era de 24 por cada 1.000 habitantes.

Tasa de mortalidad general:

La tasa de mortalidad general también mostró una baja con respecto a 1995 que era de 3.3 por 1.000 habitantes pasando a 2.8 en 1996.

Tasa de mortalidad infantil:

También aquí se mostró una reducción. La tasa de mortalidad infantil del cantón pasó de 17% a 12.5 % por cada 1.000 habitantes.

Desnutrición infantil:

En el año 2000, el 0.25% de la población infantil presentó casos de desnutrición severa, 1.64% de desnutrición moderada y 8.38% con desnutrición leve

Educación

Siquirres está por debajo del nivel de alfabetización nacional, 92.7% y ligeramente superior al promedio la provincia de Limón que es de 92.3%.

Vivienda

El cantón de Siquirres cuenta con un total de 10.222 casas. El promedio de habitante por casa es de 5 personas.

El 43.9% de las casas son de cemento, 38 % de madera y el resto de materiales mixtos. El 68% de las viviendas son propias, 14.5% son alquiladas y el 17.5% son prestadas.

Seguridad Ciudadana

Se presentan en el cantón problemas de violencia doméstica, drogadicción y alcoholismo.

Actividades productivo-económicas

Las fuentes de empleo provienen del campo agrícola, la construcción, el comercio y actividad bananera, entre otros. Sin embargo la producción agrícola es la principal actividad generadora de empleo en el cantón de Siquirres.

El cantón contaba el año 2000 con un área de 8.448 hectáreas cultivadas de banano en producción, con una productividad promedio de 2.390 caja por hectárea por año y cuyo destino era exportación. De otros cultivos anuales y perennes se tiene una extensión de 7.841 hectáreas. En cuanto a cobertura forestal, existen 16.382 hectáreas cubiertas de bosque.

El cantón tiene un área de 20.116 hectáreas de pastos para ganado de leche, carne y doble propósito. El cantón muestra un manejo muy tradicional y poco tecnificado de sistemas agroforestales.

La agroindustria está poco desarrollada. Se concentra en los aserraderos donde se procesan maderas para las tablas, tarimas y en el caso de Balsa Tica que procesa balsa para la exportación, procesándose alrededor de 2.500 metros cúbicos de madera por año.

La actividad turística se ha concentrado en el centro de la ciudad de Siquirres y los sectores de las barras. Las rutas hacia las playas del Caribe, el Parque Nacional Tortuguero y las barras del río Parismina y Pacuare han generado movimiento en las áreas tocadas por esta actividad.

Infraestructura y Servicios

Red vial

Sólo un 6.2% de la red vial de Siquirres se encuentra en buen estado. 42.1% se encuentra en estado regular y 51.7% en mal estado. El 93.76 % de la red vial de Siquirres se puede calificar entre regular y mala.

Telecomunicaciones

Existen dos centrales telefónicas en todo el cantón: La central de Siquirres posee una capacidad instalada de 4.828 líneas de las cuales se utilizan 3476. La Central de la Alegría posee una capacidad instalada de 649 líneas de las cuales se utilizan 519. Estos números corresponden a la cantidad de líneas telefónica totales, es decir, a líneas de teléfonos residenciales, comerciales y públicos.

La capacidad instalada total del cantón es de 5.477 líneas y actualmente se está ocupando el 73% de esta. Se estima que existen 10.4 líneas por cada 100 habitantes

Energía

En lo que corresponde al sector de energía, el cantón de Siquirres cuenta con aproximadamente 500 kilómetros de línea. Existen 15500 clientes El consumo promedio residencial es de 250 a 300 KWH mensual

Acueductos y alcantarillados

Actualmente el AyA de Siquirres sólo se encarga de los acueductos. El servicio de alcantarillado lo administra la municipalidad y existe sólo en casco urbano de Siquirres. En acueductos existen 5000 clientes (propiedades) que involucra comercio, industria, instituciones y residencias, distribuida en 4 acueductos. Los cuatro acueductos son: El Pacuar, Pacuarito, Las Indianas y Madre de Dios.

La mayoría de la población del cantón es servida con acueductos rurales. Existen 29 acueductos rurales en todo el cantón que prestan servicios a aproximadamente 4.246 abonados. La población servida de agua por medio de los acueductos rurales es de aproximadamente 21.230 personas. Esto representa el 40.35% de la población total de Siquirres.

Problemática general del cantón

El Plan de Desarrollo del Cantón de Siquirres 2001-2010 realizó un análisis integral participativo de la situación actual del cantón Siquirres. Se procedió mediante una metodología participativa a identificar, y a analizar en forma descriptiva la problemática en el nivel comunitario, posteriormente se realizó la priorización de la problemática, de acuerdo al impacto sobre el desarrollo de las familias de las distintas comunidades de los distritos.

En un segundo momento metodológico, se desarrolló un taller participativo en el nivel distrital, por medio del cual se validó la diagnosis e integró la problemática de acuerdo a los sectores de análisis previamente establecidos.

A continuación se presenta una síntesis de las problemáticas por sector más relevantes para el cantón. Esto se utilizará como base durante el proceso de evaluación de impacto ambiental para identificar impactos así como medidas de mitigación y compensación para el cantón como un todo y para las comunidades del mismo que serán impactadas por el proyecto. La información también ayuda a poner en contexto la información que obtuvo el equipo de investigación socioeconómica durante la etapa de campo del diagnóstico del estudio de impacto ambiental.

Problemática del área de la salud

Identificación del Problema: Deficiente calidad de la atención médica.

Descripción Analítica del Problema

Esta problemática es reportada ampliamente por la mayoría de las familias de las comunidades de todos los distritos, entre las limitantes que se logran identificar están:

- Inadecuada infraestructura
- La oferta de los servicios médicos es de baja calidad.
- La frecuencia de las visitas médicas no siempre es la más adecuada para satisfacer las necesidades de la población.
- Falta de puntualidad en la entrega de medicamentos, también se presenta algunas fallas en el tipo y la calidad de los medicamentos definidos por los médicos.

Esta situación limitante se ha venido incrementando, lo cual hace que se perciban diversos efectos negativos en la salud de los habitantes de los distritos.

Problemática del área de educación

Identificación del Problema

Deficiencias en la calidad de la educación. Cada vez más jóvenes no tienen acceso a la educación secundaria.

Descripción Analítica del Problema

En esta situación problemática se presentan una serie de factores que convergen y determina la situación actual, entre los elementos que se señalan como determinantes de esta situación están:

- Se señalan limitantes de orden de la calidad y el tipo de educación poco contextualizada con la realidad de las comunidades rurales.
- Los de orden institucional, los cuales tratan de la falta de oportunidades de centros educativos cercanos y de ayudas (becas) y estímulos a los estudiantes para que cursen estudios.

- Los de orden socioeconómico, los cuales debido a ingresos inadecuados no permiten a las familias que sus hijos ingresen o continúen en el proceso educativo formal. Los jóvenes en estas condiciones tienen que ir a trabajar para ayudar al ingreso familiar.
- Otras limitantes, están relacionadas con la forma, orden, contenido y visión de la educación actual, la cual no está planificada con un enfoque de desarrollo nacional, humanista, de equidad y sostenibilidad.

Problemática del área de vivienda

Identificación del Problema

Existe un problema generalizado de familias con acceso limitado a vivienda digna, o viviendo en casas con condiciones deplorables.

Descripción Analítica del Problema

Existe un número considerable de familias que por sus condiciones socioeconómicas de pobreza, no son sujetas de crédito, ni han tenido opciones a los programas de vivienda popular del estado.

Se indica además que hace falta información y capacidad de gestión de las familias y las organizaciones, lo cual no les ha permitido acceder a algún programa de vivienda popular para familias de escasos recursos que las instituciones estatales promueven con alguna regularidad y posibilidades de acceso para este tipo de familias.

Sin embargo también hay familias que han iniciado dichos trámites, y éstos les han resultado muy tediosos, burocráticos y se tiene que incurrir en muchos gastos intermedios que han resultado poco fructíferos.

En general el problema persiste y cada vez tiende a incrementarse debido a que este tipo de problema es de origen multifactorial, en donde la falta de empleo, la pobreza, el creciente aumento de la población, la falta de suficientes programas de vivienda apropiados y la poca capacidad de gestión, determinan un cuadro de gran dimensión que tiende a agravarse y producir una crisis social en el corto y mediano plazo.

Problemática del área de seguridad ciudadana

Identificación del Problema

Existe una crisis generalizada y creciente de inseguridad ciudadana.

Descripción Analítica del Problema

Esta crisis social de inseguridad que están sufriendo los ciudadanos de todos los distritos, es producto de una serie de factores que interactúan, entre las principales que se mencionan están: las malas condiciones socioeconómicas de las familias, pérdida de valores, de falta de oportunidades educativas y de trabajo, son las que en general se indican como las principales. También un elemento de relevancia que se destaca en las

comunidades es la poca capacidad de reacción de la institución pública encargada de la seguridad, lo cual se refleja en la falta de un plan integral de prevención y control efectivo de la seguridad de los ciudadanos.

Problemática del área cultural y de deportes

Identificación del Problema

Falta de centros, instalaciones y programa integrales de promoción de la cultura, recreación y de diversos deportes.

Descripción Analítica del Problema

Los ciudadanos, las familias y la organización comunal, indican entender poco el rol que juegan los aspectos culturales, recreativos y deportivos, en cuanto al comportamiento de un ciudadano.

Precisamente como la problemática es poco conocida, es que no se promueve un plan orientado hacia la cultura, la recreación y los deportes, que permita complementarse con la formación educativa de la niñez, infancia y juventud. En el momento que se logre entender esta problemática, también se van a entender los beneficios implícitos como la promoción de un ciudadano más saludable, la reafirmación de valores y patrones positivos que permitan la consolidación de una ciudadanía futura más responsable y comprometida con su familia y comunidad.

Problemática del área de la red vial

Identificación del Problema

Falta de mantenimiento, ampliación y construcción de la red de caminos vecinales. Se indica que esta situación está limitando el desarrollo socioeconómico de las familias de las comunidades de los distritos.

Descripción Analítica del Problema

En las comunidades se ha venido acumulando un déficit de mantenimiento y desarrollo de obras de construcción para el mejoramiento de los caminos internos.

Esta situación está limitando el desarrollo socio-productivo, y también existe muy poca interacción y relaciones de intercambio social y económico entre las comunidades y los demás distritos.

Una de las situaciones que se ha detectado es la falta de seguimiento coordinado institucional-comunitario, para el control y evaluación del desarrollo de las obras, ya que aparentemente son de muy mala calidad, lo cual explica la poca duración de los caminos en buen estado y esto trae efectos negativos serios por muchos años a las comunidades.

Lo anterior permite apuntar tanto, la ineficiencia de la gestión organizacional, como también la falta de orientación, seguimiento y evaluación del efecto e impacto de los planes de trabajo institucional.

Problemática del área de construcción de edificaciones (salones comunales, centros de salud, centros educativos y deportivos)**Identificación del Problema**

En muchas comunidades se indica que existe un déficit de infraestructura que no permite un adecuado desarrollo de la gestión de procesos como los educativos, de salud y de proyección de los planes de la organización para el desarrollo comunitario de los distritos

Descripción Analítica del Problema

En general se detecta un déficit de construcción o mejoramiento de salones comunales, centros: salud, aulas y centros educativos, alcantarillas, enmallado, instalaciones deportivas y otros. También se indica la falta de equipamiento para desarrollar procesos como los educativos de salud y capacitación en el los distrito.

Se sigue indicando como inadecuada la gestión que realiza la organización comunitaria para consecución de recursos, esto se expresa en una inadecuada planificación de las necesidades de infraestructura, lo cual a su vez redundando en la falta de orientación y claridad de los objetivos del desarrollo de la comunidad que maneja la organización y en general de las comunidades de los distritos.

Sigue prevaleciendo la visión paternalista como forma para encontrar las soluciones a los problemas de la comunidad, no se visualiza un esfuerzo superior de autogestión por parte de la organización, tales como el de realizar actividades que permitan generar recursos para tener un fondo, que permita complementar con recursos internos y los recursos provenientes de fuentes externas.

Problemática área de servicio de telecomunicaciones**Identificación del Problema**

Muchas comunidades de los distritos perciben una deficiente cobertura de los servicios de telecomunicaciones, lo cual no permite un mayor dinamismo y equidad en el uso de los servicios públicos.

Descripción Analítica del Problema

A manera de síntesis, los aspectos que las comunidades de los distritos identifican como claves para analizar y entender esta problemática, son los siguientes:

La ausencia de una central telefónica con capacidad para satisfacer en el mediano plazo las necesidades de telecomunicaciones de la creciente población y aumento de comunidades de los distritos.

Uno de los efectos limitantes serios de esta inequidad, producida por esta carencia logística, es que las familias de las comunidades no pueden establecer competitivamente una comunicación e intercambio económico y social con otras comunidades y agentes que dinamizan la economía en la región y en el ámbito nacional.

Falta de una planificación seria de los servicios de telecomunicaciones donde se le dé participación y responsabilidades a la organización comunitaria en su integración interdistrital y cantonal.

Problemática área de servicios de transporte

Identificación del Problema

En algunas comunidades de los distritos se reporta una deficiente calidad y cantidad en el servicio de transporte remunerado de los ciudadanos de algunas comunidades de los distritos.

Descripción Analítica del Problema

Se identifican una serie de limitantes que en forma conjunta cualifican y determinan la deficiente calidad y cantidad del servicio de transporte en algunas comunidades de los diferentes distritos, entre estas se tiene:

- El horario y la frecuencia irregular es poco ajustado a los requerimientos de las familias y colegiales.
- El tipo de unidades y la seguridad que estas ofrecen a los ciudadanos no es el más apropiado.
- La deficiente cobertura geográfica del servicio.

La organización comunitaria no ha desarrollado una adecuada gestión con los empresarios concesionarios de las rutas, para establecer condiciones que vengan a mejorar la calidad del servicio acorde a formas que beneficien a ambas partes (usuarios y transportistas).

Problemática del Área Servicios de Acueductos

Identificación del Problema

Existe una percepción generalizada en cuanto a problemas de la calidad y cantidad de los servicios que brindan los acueductos rurales que suplen el agua potable a las familias de las comunidades, lo cual puede provocar una crisis en el mediano plazo.

Descripción Analítica del Problema

La infraestructura y funcionalidad de la mayoría de acueductos rurales de los distritos, están a punto de entrar en colapso, debido a la obsolescencia. A partir de esta situación se indica que la estrategia de acueductos rurales –forma como se suple el servicio de agua potable en una mayoría de comunidades- presuntamente no podrá ser sostenible para el mediano plazo, entre las razones que se indican está:

- La presión que ejerce una creciente población que demanda mayor cantidad y calidad el servicio de agua potable.

- Los distritos han sufrido grandes cambios en el uso e intensificación del suelo hacia la siembra de grandes extensiones de cultivos (miles de hectáreas) por parte de empresas transnacionales, lo cual presuntamente puede poner en peligro la sostenibilidad de los mantos acuíferos (nacientes) ya que la exposición a la contaminación de estos mantos determina una grave situación para los ciudadanos de estas comunidades.

Los acueductos rurales son los que en su mayoría suplen el agua en estas comunidades, y las nacientes están disminuyendo la capacidad de abastecer la creciente demanda, además no pueden garantizar su potabilidad para el consumo humano debido a la presunta contaminación con agroquímicos que se infiltran y contamina fácilmente las nacientes y fuentes de toma de agua de los acueductos.

Se está presentando una situación en la capacidad y antigüedad de las tuberías que no tiene posibilidad de hacerle frente a nuevos volúmenes requeridos por la población.

No existe una gestión organizativa que coordine con las instituciones el planeamiento estratégico, y la proyección de recursos financieros para prever las necesidades de agua que requerirá la población dentro de diez, veinte o más años (mediano y largo plazo)

Problemática del Área Servicios de Electricidad

Identificación del Problema

Una considerable cantidad de familias de diferentes comunidades de los distritos, están excluidos de los servicios eléctricos de calidad.

Descripción Analítica del Problema

Esta exclusión de los servicios eléctricos de calidad, es analizada por las familias de las comunidades de los distritos como una inequidad, debido a las siguientes razones:

- La falta de cobertura del servicio a las familias de escaso recursos.
- La mala calidad de los servicios eléctricos.
- El crecimiento poblacional que trae consigo un aumento de las necesidades del servicio en las comunidades de los distritos.
- La falta de planeamiento de mediano plazo entre las instituciones y la organización comunal.
- La obsolescencia de la infraestructura o plataforma para brindar el servicio eléctrico.

Esta situación en su conjunto es la que permite entender el por qué de la desconfianza, la desesperanza y la baja autoestima de los ciudadanos, ya que solo el hecho de proyectar la poca capacidad de competitividad integral, que tienen actualmente estas comunidades, es fácil entender lo difícil que les será insertarse en una dinámica económica que impone

precisamente reglas estrictas que difícilmente las comunidades en las condiciones que están podrán cumplir por sí mismas.

Problemática del área de procesos productivos

Identificación del Problema

Falta de oportunidades productivas que generen ingresos económicos dignos a las familias de los distritos.

Descripción Analítica del Problema

Se indica que no existe desde hace bastante tiempo un plan o al menos un programa integral serio de reconversión productiva para la pequeña unidad de producción familiar, que permita dinamizar la economía local, por medio de la formulación de proyectos alternativos y rentables de producción.

Actualmente tampoco existe la cobertura total de una estrategia interinstitucional que abarque espacialmente y con equidad a una mayoría de pequeños y medianos agricultores de las diversas comunidades.

Esta situación en gran medida tiene estancada a la economía y a las familias de las comunidades, a la par de esto, se tiene que no existe una oferta de fuentes de empleo externas que permitan complementar el ingreso familiar.

Esta situación adversa profundiza los problemas de pobreza y la afloración de nuevas patologías sociales, que está carcomiendo la dignidad de los seres humanos, producen desesperanza, desconfianza y profundizan la crisis social de las familias de las comunidades de estos distritos; Una situación que se considera delicada es que éstas familias, la organización comunal y otros actores institucionales no vislumbran con claridad y profundidad las posibles soluciones viables y sostenibles para el corto y mediano plazo.

Problemática área fuentes de generación de empleo

Identificación del Problema

Falta de condiciones y capacidad de gestión para la atracción de inversión externa que genere fuentes de empleo a las familias y reactive la dinámica socioeconómica, con visión humana, de equidad y sostenibilidad de los recursos naturales de los distritos.

Descripción Analítica del Problema

Una de las causas de la crisis socioeconómica de muchas de las familias de los distritos del cantón, es la falta de nuevas y diversas fuentes de empleo, ésta situación no permite a la economía familiar obtener un ingreso que les permita mejorar y vivir dignamente, a partir del desarrollo integral de las potencialidades de las familias.

Hay varios aspectos que resultan claves de conocer para pretender una estrategia de atracción de empresas que generen fuentes de empleo, a continuación se especifican los aspectos básicos:

- Se debe conocer la cantidad y calidad de la mano de obra con que cuenta el cantón y que se está proponiendo para desarrollar planes de capacitación acordes con las necesidades futuras de diferentes tipos de empresa que se pueden instalar en el cantón.
- Resulta también de suma relevancia saber cuáles son las condiciones logísticas que posee el cantón, en cuanto a infraestructura, carreteras, energía, telecomunicaciones y otros servicios claves, como el transporte público sobre el cual ya se ha mencionado la problemática al respecto.
- Establecer con precisión cuáles son las ventajas comparativas que existen y que realmente pueden ofrecer las comunidades del cantón, para hacer atractivo y competitivo un plan para la atracción de inversión empresarial al cantón.
- Generar capacidad de gestión organizacional para formular y negociar un plan de negocios para atraer inversionistas externos al cantón, bajo un compromiso de respeto humano, de equidad y sostenibilidad de los recursos naturales que posee el cantón.

Descripción Metodológica

En lo que respecta a la metodología y las técnicas empleadas para la recopilación de la información que se presenta en este capítulo 9, es importante hacer un esbozo detallado del proceso.

Por las dimensiones del proyecto en cuestión, así como por el proceso que ha venido desarrollando la institución en las comunidades, se planteó desde un inicio recurrir a técnicas inclusivas (o participativas) de investigación, con el fin de nutrir la investigación requerida, así como también para generar un proceso paralelo de gestión social del proyecto, en cuanto a tener acercamientos paulatinos con las comunidades por medio de las cuales se les pudiera brindar información a sus habitantes, responder sus inquietudes, aclarar los malos entendidos y rumores que surgen en el camino, a la vez que se obtenía información de primera mano en las distintas reuniones.

Este proceso de investigación se basó en un trabajo diseñado en 2 fases: la primera se refiere a un trabajo de campo donde se desarrollaron varias entrevistas a profundidad en cada comunidad, con una guía de entrevista previamente elaborada. Posteriormente, se sistematizó esta información para validarla comunidad por comunidad, exponiendo los resultados obtenidos en las entrevistas mediante reuniones abiertas a la población, con un trabajo previo de coordinación de fechas con sus líderes, así como de toda la logística necesaria para el desarrollo de las mismas. En estas reuniones las personas podían hacer las observaciones del caso, las cuales se anotaron en papel expuesto en rotafolio, de manera que pudieran hacer las anotaciones, observaciones o correcciones que tuvieran a la información que se recopilaba en la primera fase de la investigación.

La siguiente es una ficha que resume la primera fase de la investigación, antes descrita:

Cuadro 9.1
Ficha resumen de la primera fase de investigación:
Entrevistas semi-estructuradas a informantes clave

Fecha general del proceso:	Del 17 al 27 de Setiembre del 2007.
Lugares visitados durante las giras:	Comunidades del AID, tanto en margen derecha como en margen izquierda, a la altura de la posible área de embalse y alrededores.
Actividades realizadas:	Entrevistas semi-estructuradas a informantes claves. En su mayoría son actuales miembros de las Asociaciones de Desarrollo Integral, u otras organizaciones locales. Observaciones generales y específicas en las comunidades.
Observaciones generales:	Hubo total apoyo por parte de las personas a las que se contactó. Ninguna persona se negó a ser entrevistado. De igual manera, ninguna persona mostró alguna actitud de molestia o rechazo al proyecto o hacia la institución. Hay expectativas en cuanto a la generación de empleo en la zona a partir de la construcción del P.H.R, así como a las posibles mejoras que pueda tener la zona a partir de la llegada del ICE.

Fuente: Elaborado por soc. Adrián Zeledón basado en información primaria.

Esbozo metodológico: fase I.

Al tratarse de un conjunto amplio de comunidades, no obstante, comunidades que se pueden considerar por su población y territorio como “pequeñas”, se valoró el procedimiento metodológico óptimo para cubrir en tiempo y espacio la investigación total de la zona, y cumplir con los objetivos que la investigación requiere. Para este caso, se definió que en esta etapa se trabajaría principalmente lo referente al AID, como los términos de referencia lo definen en el Decreto N° 32966-MINAE. De esta manera, las comunidades trabajadas bajo esta metodología son las siguientes, según cada margen:

Cuadro 9.2
Lista de comunidades en el área de influencia directa del P.H. Reventazón

Comunidades ubicadas en el AID del P.H. Reventazón	
Margen izquierda	Margen derecha
El Llano / Casorla	Santa Marta
Bonilla	San Joaquín
Pascua	Bajo 52
San Antonio	Guayacán
Lomas	El Coco
La Alegría	Moravia
La Florida	

Fuente: Elaborado por soc. Adrián Zeledón basado en información primaria.

Una vez determinadas las comunidades involucradas directamente en los impactos directos, se procedió a elaborar perfiles de las mismas en cuanto a los términos de referencia definidos mediante el decreto antes mencionado, para ubicar, la situación actual de las mismas de manera previa a cualquier desarrollo que se vaya a hacer en la zona por parte del ICE. Para este proceso, se indagaron los siguientes puntos del capítulo 9:

- Características de la población: sociales y culturales.
- Seguridad vial y conflictos actuales de circulación vehicular.
- Servicios de emergencia disponibles.
- Servicios básicos disponibles.
- Infraestructura comunal.
- Percepción local del proyecto.

Los puntos que no se mencionan anteriormente se trabajaron de manera independiente bajo otros procedimientos metodológicos. Su descripción metodológica se realiza en cada uno de los sub apartados.

Una vez más se hace hincapié en que para esta etapa de investigación no se buscaba generar los diagnósticos de todas las comunidades ubicadas en el AID, sino, obtener los insumos necesarios para una etapa posterior de talleres con las personas de éstas comunidades. A partir de estas entrevistas el objetivo a cumplir fue ubicar el contexto general en el cual conviven las personas de las comunidades ubicadas en el AID.

Para la elaboración de estos perfiles comunales, se elaboró una guía de entrevista de un compendio de 48 preguntas abiertas, la cual, se llevó para guiar la conversación y tratar de asegurar la consecución de la información básica para el estudio.

Es importante aclarar que no se parte de un criterio de representatividad estadística en esta etapa. En esta primera etapa el acercamiento fue totalmente de tipo cualitativo, donde se le pidió pocas personas de cada una de las comunidades (2 o 3 personas según se consideró pertinente y suficientemente clara la información obtenida por los informantes), hablar sobre su comunidad bajo la guía previamente mencionada.

En cuanto a la selección de los informantes

Debido a las características de la guía de entrevista, y a sabiendas que una vez que se estuviera en el proceso de recolección de información en campo, algunos informantes brindarían mas información y buscarían ampliar mas, por un asunto de su propia personalidad, así como por la empatía que pudiese lograrse o no durante las entrevistas, se descartó generar citas con los informantes, ya que el uso del tiempo durante el trabajo de campo quedaría sujeto a la cantidad y calidad de información brindada en las entrevistas.

Se tomó como base la lista facilitada los funcionarios de la Unidad Estratégica de Negocios Centro de Planificación Eléctrica, UEN CENPE, del Proceso de Planeamiento Ambiental, quienes trabajaron el proyecto en la etapa de pre factibilidad. Esta lista fue elaborada por dichos funcionarios, a partir del trabajo realizado con las distintas comunidades en esta fase de estudio preliminar. En ella se contienen los nombres de los miembros de las organizaciones locales de cada comunidad, así sea, Asociación de Desarrollo Integral (ADI), Comité de Desarrollo Local (CDL), Asociación Comunal Pro

Acueducto Rural (ASADA), así como algunos otros nombres de representantes de las comunidades.

Partiendo de esta lista de vecinos que conforman las distintas organizaciones locales, se hicieron 2 giras en las cuales se buscó a distintos miembros de las mismas. La búsqueda no se hizo por puesto, es decir, más bien el criterio empleado para la selección de los entrevistados es que fueran miembros de las distintas juntas de las organizaciones, sin importar el puesto que ocupan. No obstante, en casos donde no fue posible ubicar a los miembros de las organizaciones, se consultó sobre personas con trayectoria en las comunidades y se les buscó para entrevistarlas. El criterio para abordar a los informantes fue básicamente su disponibilidad a ser entrevistados a la hora de la gira, con la condición de que fuesen personas de la comunidad y con varios años de vivir en la zona.

Si bien no se discriminó por edad, dado el deseable conocimiento antes mencionado, así como el liderazgo que deben tener para conocer el entorno en el que viven, los entrevistados en su mayoría se puede decir que superan los 40 / 45 años de edad, a excepción una joven de la comunidad de Guayacán.

De esta forma, se tuvo la oportunidad de entrevistar a 24 personas durante las giras mencionadas. Cabe destacar la total anuencia de las personas a colaborar con la investigación, a sabiendas de que se trata de un estudio de impacto ambiental para la posible construcción de una planta hidroeléctrica en la zona, por parte del ICE. A continuación se presentan los nombres de las personas que colaboraron brindando información durante el proceso de investigación de campo, así como la fecha de la entrevista y la comunidad a la que representan. Cabe mencionar, que en la solicitud de la entrevista, se les ofreció total confidencialidad a estas personas sobre sus declaraciones, a fin de liberar tensiones y generar confianza para una óptima recolección de la información. Por esta razón, el procesamiento de estas entrevistas obedece a criterios generales de cada una de las comunidades y no a declaraciones particulares de los y las informantes.

Cuadro 9.3
Lista de informantes por fecha según comunidades.
Setiembre del 2007.

Nombre del informante	Fecha	Comunidad
Margen izquierda		
María Isabel Villalobos Herrera	17 de setiembre	La Florida
Flor Aguilar Salas	17 de setiembre	La Florida
Rosa Sánchez	17 de setiembre	La Alegría
Mireya Venegas	18 de setiembre	La Alegría
Marvin Gamboa	19 de setiembre	Lomas
Antonio Brenes	19 de setiembre	Lomas
Miguel Loaiza Fuentes	19 de setiembre	San Antonio
Isabel Casasola	19 de setiembre	San Antonio
Guillermo Vargas Guzmán	19 de setiembre	La Alegría
Xinia Meyers	20 de setiembre	Lomas
Guiselle Arias	20 de setiembre	San Antonio
Marielos Brenes	20 de setiembre	Pascua
Margen derecha		
Miriam Granados	25 de setiembre	El Llano
Elvin Mora	25 de setiembre	El Llano
Manuel Rivera	25 de setiembre	Bonilla
Jeanethe Rojas	25 de setiembre	Bonilla
Usvaldo Brenes	25 de setiembre	Pascua
Emilse Venegas	26 de setiembre	El Coco / Moravia
Blanca Flor Sánchez Martínez	26 de setiembre	Guayacán
Margarita Araya Campos	26 de setiembre	Guayacán
Yamileth García Sojo	26 de setiembre	Guayacán
Ovidio Brenes Naranjo	26 de setiembre	Santa Marta / San Joaquín y Bajo 52
Teresa	27 de Setiembre	Santa Marta
Carlos Quinto	27 de Setiembre	Bajo 52

Fuente: Elaborado por soc. Adrián Zeledón basado en información primaria.

La guía de entrevista.

A partir de los requerimientos establecidos por la SETENA para el capítulo de la caracterización socioeconómica de las comunidades, se identificaron los objetivos para cada uno de estos requerimientos y se plantearon las preguntas pertinentes a realizar durante las entrevistas y así obtener la información básica necesaria para seguir con el proceso de investigación. Los objetivos para cada uno de los temas indagados son los siguientes:

Características de la población: Culturales y sociales

- Caracterizar de manera general los principales patrones o tendencias culturales que puedan verse directamente afectadas por el proyecto, obra o actividad.
- Caracterización breve de las organizaciones sociales con incidencia en la zona, así como las estructuras de organización social predominantes en la zona, identificando y analizando grupos de interés alrededor del proyecto, sus intereses, necesidades, posición sobre el proyecto. Deberá presentarse además, un análisis de las fuerzas impulsoras y obstructoras del proyecto, así como de la combinación de varios grupos, que pudieran interactuar simultáneamente en la ejecución del proyecto.
- Identificar la problemática comunal existente, por parte de las personas de las comunidades.

Seguridad vial y conflictos actuales de circulación vehicular

- Establecer las características actuales de la red vial del AID, los niveles de seguridad y los conflictos actuales de circulación, y analizarlos en función de la ejecución y operación del Proyecto, obra o actividad.
- Percepción de la población sobre los potenciales impactos que puede generar el proyecto, obra o actividad sobre la seguridad vial y circulación vehicular.

Servicios de Emergencia disponibles

- Analizar y caracterizar los servicios existentes: estación de bomberos, Cruz Roja, Policía, hospitales, clínicas y otros, que den cobertura a las eventuales necesidades generadas por el proyecto, obra o actividad.
- Percepción de la población sobre los potenciales impactos que puede generar el proyecto, obra o actividad sobre los servicios de emergencia disponibles.

Servicios básicos disponibles

- Identificar la disponibilidad de los servicios básicos: agua potable, alcantarillado, electricidad, transporte público, recolección de basura, centros educativos, servicios de salud y otros.
- Analizar el acceso, cantidad y calidad de los servicios que tiene la población en estudio.
- Percepción de la población sobre los potenciales impactos que puede generar el proyecto, obra o actividad sobre los servicios básicos disponibles.

Infraestructura comunal

- Caracterizar la infraestructura comunal: entre otras, caminos, puentes, centros educativos y de salud, parques, viviendas, sitios de recreación, que pueden ser afectados por el Proyecto, obra o actividad.
- Percepción de la población sobre los potenciales impactos que puede generar el proyecto, obra o actividad sobre la infraestructura comunal.
- Debe señalarse de forma específica y detallada, si el desarrollo del proyecto implica el desplazamiento de personas, familias o comunidades, en cuyo caso se debe hacer un inventario o censo de esos actores sociales y su opinión respecto a la situación que les plantea el proyecto, obra o actividad (ver anexo 9.1).

Percepción local respecto al proyecto

Para el caso de la Percepción local sobre el proyecto, se diseñó una boleta en la cual se le solicitó la opinión respecto al mismo a las personas que acudieron a los talleres realizados para la exposición de impactos pre identificados por los profesionales del ICE, en donde además se trataron las medidas de prevención, mitigación y compensación a asumir por la institución en el marco del desarrollo del P.H. Reventazón. Se hizo en esta etapa de las reuniones porque se consideró que a estas alturas las personas ya contaron con mayor información para plantearse un criterio al respecto y así tener una opinión definida para llenar de manera satisfactoria esta boleta. En este caso, el procesamiento que se hace de esta información, no busca proyectarse como un procesamiento estadístico en sí mismo, si no como un complemento y una forma de documentar y evidenciar la percepción de los habitantes de estas comunidades respecto al proyecto. (ver anexo 9.2).

Esbozo metodológico: fase II

Una vez realizadas las entrevistas, la información se sistematizó por comunidad. Se elaboró una presentación de la misma y se coordinó una reunión en cada una de las mismas, para efectos de llevar los resultados de la investigación y agregar o corregir los puntos que sus habitantes consideraron pertinente.

Las fechas de estas reuniones, así como el sitio de las mismas y la cantidad de personas que acudieron se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 9.4
Resumen de reuniones participativas, comunidades del AID.

Comunidad	Lugar de reunión	Fecha	Asistencia
El Llano / Casorla	Salón Comunal	19- Nov- 2007	9 personas
Bonilla	Salón Comunal	10- Dic – 2007	9 personas
Pascua	Salón Comunal	19- Ene – 2008	12 personas
San Antonio	Salón de actos	17- Ene- 2008	45 personas
Lomas	Escuela de Lomas	23- Ene -2008	23 personas
La Alegría	Salón Comunal	17- Nov- 2007	10 personas
La Florida	Salón Comunal	02- Dic – 2007	65 personas
Santa Marta / San Joaquín	Salón Multiuso	01- Dic – 2007	35 personas
Bajo 52	Salón Comunal	03 – Dic – 2007	9 personas
Guayacán	Salón Multiuso	09- Dic – 2007	35 personas
El Coco / Moravia	Oficina de la ASADA	18- Nov -2007	10 personas

Fuente: Elaborado por soc. Adrián Zeledón basado en información primaria.

Resultados de investigación

A partir de estas reuniones en las cuales se sometió a consideración de las comunidades la información previamente recolectada en la primera fase de investigación, se elabora el informe que se presenta a continuación.

9.1 Uso actual de la tierra en sitios aledaños

9.1.1 Descripción y delimitación del área de estudio.

Para poder conocer con mayor detalle el “uso actual de la tierra” en el área de estudio, se efectuó un acercamiento y análisis en la cuenca media del río Reventazón. Definiéndose para este, un área de influencia indirecta que abarcaba desde Junta de Siquirres y la cuenca aguas arriba hasta Peralta de Turrialba. De esta forma se cubriría el área de proyecto y su área de influencia directa para efectos del análisis. Esto representa un área de aproximadamente 17444.14 Ha (174.44 km²).

El informe que se presenta es el resultado de un trabajo exhaustivo en oficina y en campo para poder obtener una cartografía detallada (escala 1:10 000) del uso de la tierra actualizado para el área de estudio. Dicha información extraída a través de la fotointerpretación a partir de un mosaico de fotografías aéreas del Proyecto CARTA 2005 (escala 1:25 000) y un trabajo de campo exhaustivo para la verificación en la zona de estudio a finales del año 2007.

9.1.2 Análisis y actualización del “Uso Actual de la Tierra” dentro del área de Estudio.

Este análisis se fundamenta en el estudio e identificación de las seis principales categorías de uso de la tierra, en esa área de estudio y en función al grado de intervención humana, a saber: superficies artificiales, zonas agropecuarias, zonas forestales con vegetación natural, zonas en un estado de sucesión ecológica, superficies de agua y otros. Categorías, con sus propias particularidades, las cuales se desglosan a continuación:

1. **Superficies artificiales:** corresponde a todos los elementos artificiales o contruidos que se encuentran en la zona de estudio. Siendo representados por poblados dispersos o concentrados a lo largo de los caminos principales. Tal es el caso de las comunidades de Bonilla Abajo, San Antonio, Lomas, Florida en la margen izquierda. Mientras que en la margen derecha se tiene a las comunidades de Coco, Angostura, Moravia y Altos Guayacán.
2. **Zonas agropecuarias:** estas zonas involucran áreas de cultivos estacionales, semipermanentes y permanentes, en donde se desarrollan actividades productivas para el mercado de exportación, nacional o de subsistencia. En la zona encontramos cultivos permanentes como café y macadamia. En la finca de la Playwood se encuentra una plantación forestal de laurel, principalmente. En el área de estudio, el sector pecuario “ganadería” es de tipo extensivo, la cual se asocia a áreas de pastos solos o entremezclados en poca densidad con arbustos o árboles dispersos.

3. **Zonas en un estado de sucesión ecológica:** estos espacios presentan una intervención humana bastante evidente y corresponden a sitios en donde se está dando una recuperación o sucesión ecológica de la vegetación original. Dentro de estas zonas se incluyen los charrales y área de barbecho. En el caso de los charrales, estos se caracterizan por el crecimiento de pastos y arbustos, en un proceso inicial de regeneración natural. Las áreas de barbecho representan áreas que fueron cultivadas y que actualmente se encuentran en descanso y existen procesos de regeneración natural en esos terrenos.
4. **Zonas forestales con vegetación natural:** estos espacios presentan poca a moderada intervención humana. En ellas se incluyen los bosques naturales con poca a moderada intervención provenientes de las faldas del volcán Turrialba (Suroeste del área analizada). También bosques, los bosques poco alterados y los bosques de galería a las orillas de los ríos o quebradas.
5. **Superficies de agua:** se representa en el área de estudio, como los cursos naturales de los ríos y las lagunas.
6. **Otros:** está la categoría de tierras yermas, representada principalmente por áreas sin vegetación. Una de esas zonas más características es el deslizamiento de San Antonio.

A continuación, se presenta el mapa de grandes categorías de uso de la tierra¹. Comprende este las superficies artificiales, las zonas agropecuarias, zonas en un estado de sucesión ecológica, las zonas forestales con vegetación natural, también las superficies de agua y otros (figura 9.1.2.1).