

# ***PROYECTO HIDROELÉCTRICO CHICOASÉN II, CHIS.***

## ***MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL-REGIONAL RESUMEN EJECUTIVO***



**CFE** *Una empresa  
de clase mundial*

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS

## INTRODUCCIÓN

En el escenario de planeación 2011-2025, se estima un crecimiento medio anual en la demanda de energía del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) del orden de 4,3 %, y para la región oriente de 3,3%. Para satisfacer esta demanda se requerirá de 25 946 MW de capacidad adicional, de los cuales 12 414 MW se prevé puedan corresponder a proyectos de fuentes “limpias” de energía, incluyendo 3 411 MW de proyectos hidroeléctricos (CFE 2010).

Por otra parte el Gobierno Federal ha establecido el compromiso de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), en 51 millones de toneladas de carbono (CO<sub>2</sub>) al año y estableciendo como meta reducirlas en un 50% para el año 2050.

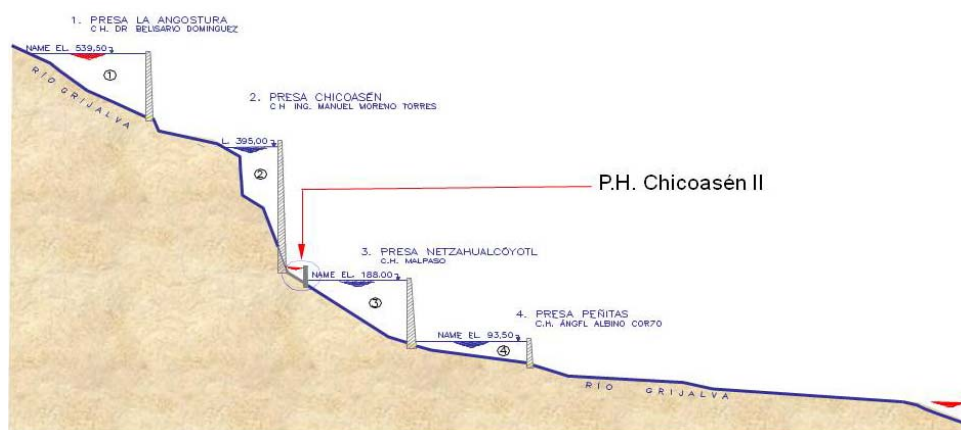
Por lo anterior el Proyecto Hidroeléctrico (PH) Chicoasén II se ha incluido en el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE). Entre otros beneficios de este proyecto resaltan:

- Uso de fuentes de energía renovable, ya que utiliza la energía potencial del agua, sin disminuir su cantidad, calidad y disponibilidad.
- Contribuir a la diversificación del Sistema Eléctrico Nacional.
- Impacto favorable para contrarrestar la problemática sobre el cambio climático
- Evitar la emisión a la atmósfera de 398 839 toneladas de CO<sub>2</sub>; 255 de SO<sub>2</sub> y 679 de NOx al año y el consumo de 781 372 barriles de petróleo al año, que se consumirían para una generación equivalente a la producible por el PH Chicoasén II, y por consiguiente el ahorro también de casi 41 millones de dólares.
- Favorece las pesquerías en el embalse.

Además de la definición técnica y económica requerida para el desarrollo del proyecto, la CFE incorporó a la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) para caracterizar y evaluar los aspectos bióticos, abióticos y los principales aspectos sociales que pudieran ser involucrados por el proyecto de manera positiva o negativa a través del presente manifiesto de impacto ambiental.

## DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El PH Chicoasén II pretende aprovechar el desnivel existente entre el desfogue de la presa Chicoasén y el embalse de la presa Malpaso para el aprovechamiento integral del potencial hidroeléctrico del río Grijalva. El sitio se localiza sobre el cauce del río Grijalva, nueve kilómetros aguas abajo de la presa Chicoasén y su Central Hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres (CH Chicoasén). Políticamente involucra por margen derecha al municipio de Chicoasén y por la margen izquierda a los Municipios de Chicoasén y San Fernando ambos localizados en la Región Central del estado de Chiapas.



Perfil del río Grijalva mostrando las presas existentes y la ubicación del proyecto

Con este proyecto, la CFE pretende reaprovechar el 100 % del caudal turbinado por la C H Chicoasén, darle un mayor aprovechamiento a los escurrimientos del río Grijalva, adiconar a la región y al Sistema Eléctrico Nacional, una generación media anual de 571 GWh, con una capacidad adicional instalada de 240 MW.

El PH Chicoasén II se compone de las siguientes obras permanentes:

- **Obra de desvío y excedencias.**- Integra un canal a cielo abierto de 563 m de longitud y 43 m de ancho, el desvío se complementa con dos ataguías aguas arriba y abajo.
- **Obra de contención.**- Comprende una cortina de concreto sección gravedad de 30 metros de altura.
- **Obra de generación.**- Corresponde a la casa de máquinas que alojará tres turbinas tipo Kaplan.
- **Caminos de acceso para construcción y operación.**- Representan un desarrollo de 12 kilómetros de caminos de tipo "C" de acuerdo a las especificaciones de la SCT, incluyendo tres puentes que en conjunto suman una longitud de 288 m.

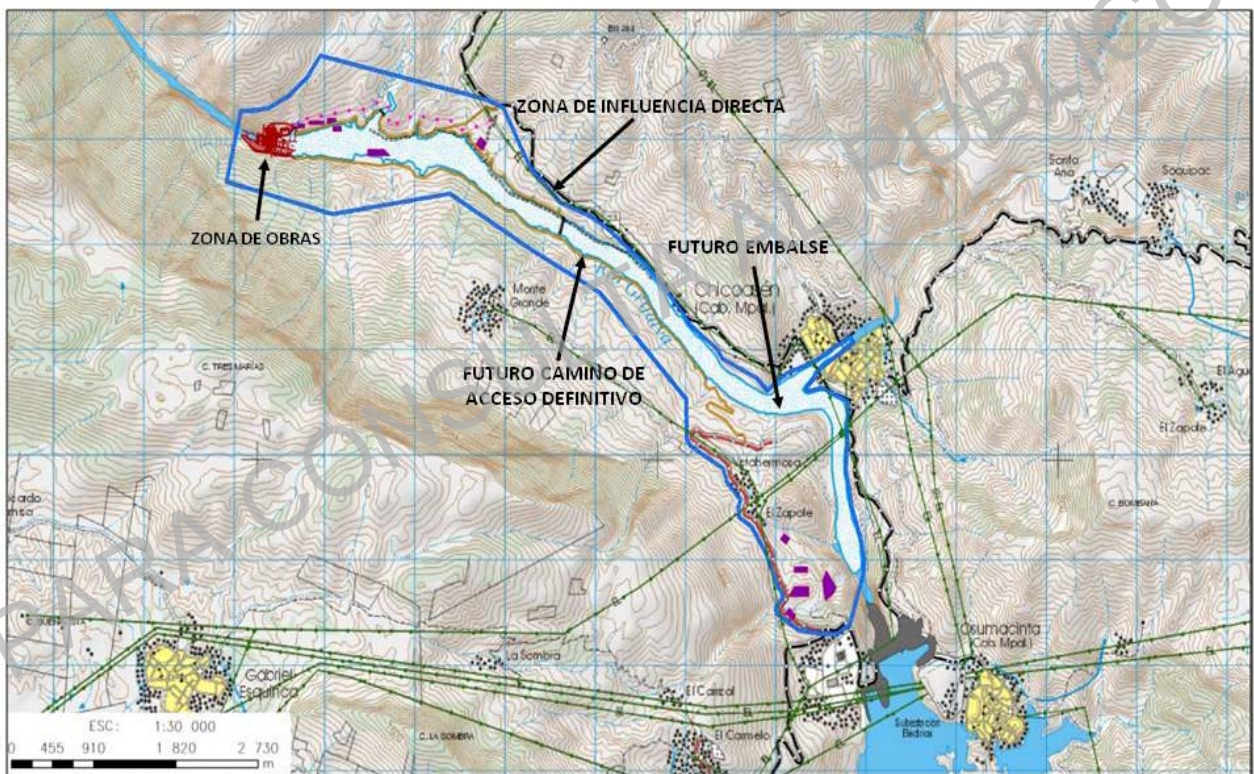
La superficie que será ocupada de forma permanente por el proyecto es de 234 ha, incluyendo las 188 requeridas para la formación del embalse en su nivel de aguas máximo extraordinario.

Las obras de infraestructura y de apoyo al proyecto tales como almacenes, talleres, campamento, oficinas, bodega, y las plantas de asfalto y concretos requerirán en conjunto una superficie de un poco más de 12 ha, mismas que además de considerar su desmantelamiento y rehabilitación, corresponden en su mayoría a superficies que fueron utilizadas anteriormente para la construcción de la presa de Chicoasén concluida en 1981 y su ampliación en el año 2000.

La inversión requerida para el proyecto para su construcción prevista en 42 mese (3,5 años) oscila los 5,400 millones de pesos (377 millones de dólares a precios medios unitarios de junio del 2007).



Localización de los embalses Chicoasén y Malpaso con respecto al P. H. Chicoasén II



Representación gráfica del P. H. Chicoasén II

El embalse tendrá una longitud de 8,5 km, una superficie de 188 ha y una capacidad de almacenamiento de 13,2 Mm<sup>3</sup>.

Debido a la reducida capacidad del embalse, la futura Central Hidroeléctrica Chicoasén II se diseñó para operar a “hilo de corriente” y en función de la operación de la CH Chicoasén ya que los escurrimientos de entrada al embalse del proyecto serán los turbinados por la central actual y se tendrá que turbinar ese mismo volumen en el mismo momento. De igual manera la operación de los vertedores de excedencias estarán coordinados para operar de forma simultánea.

A partir de la experiencia adquirida en la construcción de los proyectos hidroeléctricos El Cajón y La Yesca, se estimaron los siguientes residuos:

- generación de residuos sólidos municipales de 3,6 toneladas diarias
- generación de residuos peligrosos 5,4 toneladas al año.
- Volumen de materiales de excavación 950 157 m<sup>3</sup>
- Volumen de aguas residuales municipales 242 m<sup>3</sup> por día.

## **VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO**

El PH Chicoasén II es congruente con los objetivos y estrategias establecidos en los instrumentos de planeación vigentes (2007 – 2012) de carácter federal, como son el Plan Nacional de Desarrollo, Programa Sectorial de Energía y Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2011 – 2025, y se vincula a ellos principalmente por su contribución a la diversificación de las fuentes de energía y reducción de las emisiones de GEI.

En relación a los programas de conservación en la región, la Zona de Influencia Directa del proyecto colinda con el Parque Nacional Cañón del Sumidero y con el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) Laguna Bélgica – Sierra Limón – Cañón del Sumidero; 5,3 km<sup>2</sup> de su territorio es parte de la Región Terrestre Prioritaria La Chacona – Cañón del Sumidero y 5,27 km<sup>2</sup> forma parte de la Región Hidrológica Prioritaria Pichucalco – Malpaso.

A la fecha no existe decreto oficial de un Programa de Ordenamiento Ecológico para el territorio del Estado de Chiapas.

Al mismo tiempo el proyecto es congruente con el Programa Estatal de Desarrollo 2007-2012 ya que las actividades propuestas se ajustan a lo establecido en sus ejes Eje 3 “Chiapas competitivo y generador de oportunidades” y Eje 4 “Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable”.

El PH Chicoasén II es regulado por los siguientes instrumentos jurídicos:

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.- Para dar cumplimiento a lo establecido se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental del PH Chicoasén II, para su evaluación y resolución correspondiente, y en su momento, de la evaluación y resolución materia del Cambio de Uso del Suelo.

Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento.- Para su cumplimiento se proponen acciones en los diferentes programas del Plan de Manejo Ambiental dirigidas a la Conservación de la Flora y Fauna y de manera especial de las especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su Reglamento.- Para su atención se diseñó un Programa de Gestión Integral de Residuos con acciones concretas para el manejo adecuado de residuos urbanos, peligrosos y de manejo especial.

Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.- CFE gestionará con la autoridad correspondiente la concesión del agua.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.- El proyecto requiere la remoción de selva baja caducifolia con vegetación secundaria en una superficie de 134 ha, por lo que oportunamente realizará el trámite correspondiente ante la Secretaría.

Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas y su Reglamento.- Previo al inicio de la construcción, personal del INAH realizará la prospección arqueológica de los sitios de obra.

Las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto son las siguientes:

NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-004-SEMARNAT-2002 Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-043-SEMARNAT-1993 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

NOM-043-SEMARNAT-1993 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.

## CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El Sistema Ambiental Regional delimitado para el PH Chicoasén II comprende una superficie de 16 721 ha y está constituido por las microcuencas que confluyen hacia este tramo del río Grijalva.

El tipo de clima en el SAR es cálido subhúmedo con lluvias de verano, las elevaciones van de los 190 msnm hasta los 1640 msnm, las pendientes más fuertes corresponden a la zona encañonada del río Grijalva, aguas abajo del sitio de proyecto; los suelos dominantes son los Leptosoles y en menor proporción se encuentran los Phaeozem, Regosoles y Cambisoles.

La secuencia litológica expuesta en el área está representada por rocas sedimentarias, tanto de origen químico como detrítico, siendo las primeras las más antiguas (calizas y dolomías), pues pertenecen al Cretácico Medio y Superior, mientras que las segundas, al Terciario y Cuaternario. Las rocas presentes en el área de la boquilla son calizas y brechas calcáreas de la Formación Angostura y rocas terrígenas de la Formación Soyaló

El proyecto se encuentra en la cuenca hidrológica del río Grijalva y en la subregión identificada como medio Grijalva, específicamente en el segmento del río que va de la presa Chicoasén a la parte final del embalse Malpaso. El principal afluente de la corriente principal en este segmento es el río Chicoasén el cual aporta un caudales medios mensuales que oscilan entre los 3 y 25 m<sup>3</sup>/s, los cuales se presentan en abril y septiembre respectivamente.

En este segmento del río el régimen de caudales fue modificado desde la segunda mitad del siglo pasado, primero por el establecimiento de la presa La Angostura y posteriormente por la construcción y operación de la CH Chicoasén. La calidad del agua del río de acuerdo a las concentraciones de DBO, DQO y SST es de buena calidad y aceptable, sin embargo, los coliformes fecales y totales rebasan los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad, lo cual es debido a las descargas de aguas residuales crudas de la población de Chicoasén.

La comunidad vegetal mejor representada en el SAR es la selva baja caducifolia en riqueza, diversidad y extensión. Sin embargo la mayor parte de su extensión y distribución están completamente alteradas principalmente por efecto de la agricultura y ganadería. A pesar de lo anterior, pueden hallarse pequeños fragmentos de bosque, algunos en recuperación, que conservan componentes arbóreos que se encargan de mantener la estructura y fisonomía de los bosques primarios, principalmente en laderas con mucha pendiente. No obstante cuando comparamos este número con otras áreas geográficas o áreas naturales protegidas incluso con mucha menor extensión pueden llegar a contener mucho mas especies que este SAR. Por otra parte la similitud florística de esta área con otras áreas adyacentes tal como el cañón del sumidero es muy baja (17%) incluso aun comparándolo a nivel de género (30%). Este puede deberse a dos posible explicaciones: a) la extensión de los bosques del cañón del sumidero excede los 1100 m, mientras que en promedio los bosques de selva baja caducifolia del SAR Chicoasén II están en promedio entre los 200 y 700 m de altitud, b) se encuentra con bastante disturbio antropogénico que muchas especies de estos bosques han sido reemplazados por especies de vegetación secundaria.

En términos de biodiversidad, Chiapas es catalogado como un estado megadiverso y la región de estudio se encuentra inmersa y colindando con áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad. Es por ello que a pesar de que su estructura a sufrido y continua experimentando los cambios impuestos por las actividades antropogénicas, aún conserva gran

parte de su biodiversidad. Lo anterior se concluye por los resultados de los trabajos de campo, durante los cuales se registraron especies con algún status de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, 1,2 % del total de plantas y 9,93% del total de especies de fauna terrestre.

A pesar de su incuantificable valor biológico-pesquero la cuenca del río Grijalva donde se ubica el PH Chicoasén II, ha sido una de las más alteradas en el estado de Chiapas, estas modificaciones trajeron consigo la fragmentación del hábitat, que impidió el movimiento de varias especies periféricas (invasoras marinas) hacia las aguas interiores de la cuenca del Grijalva, como la chopo (*Ictiobus meridionalis*) y el robalo blanco (*Centropomus undecimalis*); así como una especie de langostino (*Macrobrachium* sp). Esto además permitió que los nuevos ambientes creados fueran objeto de numerosas introducciones (con fines pesqueros y acuícolas), de especies exóticas invasoras (ej. las diferentes especies de tilapias y carpas), las cuales han desplazado y mermado las pesquerías con especies nativas.

Las singularidades del tramo fluvial en estudio están determinadas en gran medida por dos características relevantes: (1) la existencia de un régimen artificial de caudales, regulado por la presa Chicoasén y (2) la existencia de áreas de inundación en toda su longitud, derivada de los regímenes de inundación natural provenientes del río Chicoasén.

## IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las actividades identificadas como potenciales generadoras de impactos fueron 18 y los elementos del ambiente con los cuales interactúan 29.

Las actividades del proyecto con mayor potencial de afectación negativa fueron el embalse, desmonte y despalme así como la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo. Los componentes del ambiente con mayor número de interacciones fueron el paisaje, la fauna terrestre y el drenaje superficial.

Como resultado de la agrupación de las interacciones se determinaron 40 impactos negativos de los cuales 33 fueron negativos y 7 positivos.

De acuerdo a la valorización realizada de la significancia de los negativos, 18 fueron bajos y ocurrirán en su mayoría en la etapa de preparación de sitio y construcción; 11 moderados de los cuales siete se presentaran en la preparación de sitio y construcción y cuatro durante la operación y mantenimiento; cuatro resultaron altos y ocurrirán en la etapa de operación y mantenimiento siendo los siguientes:

1. Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia y bosque ripario
2. Modificación y fragmentación de hábitat acuático
3. Modificación de la distribución de especies (peces) incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
4. Pérdida y perturbación de hábitat de fauna terrestre.

Con respecto a los impactos positivos estos se enfocan al medio socioeconómico de los cuales seis resultaron altos y son los siguientes:

1. Generación de empleos directos e indirectos





2. Incremento en la demanda de bienes y servicios
3. Ingresos a la economía local
4. Creación de pesca en el embalse
5. Incremento del potencial turístico
6. Modificación del paisaje

Es conveniente señalar que los tres primeros impactos son temporales ya que sucederán durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

## **ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

La estrategia adoptada por la Comisión Federal de Electricidad en la planeación y diseño del PH Chicoasén II, de acuerdo con su política ambiental ha sido en primer término evitar al máximo posible los impactos al ambiente que pudieran derivarse por el desarrollo del mismo. Considerando que la apertura de nuevos espacios en áreas forestales es la causa principal de fragmentación de hábitat y perturbación de los ecosistemas, las acciones emprendidas inicialmente fueron: **Evitar la apertura de nuevos espacios para infraestructura de apoyo y reducir al máximo posible la superficie afectable por el proyecto.**

El “**Plan de Manejo Ambiental**” que se presenta en este capítulo, establece las principales líneas estratégicas y acciones que deberán implementarse durante la preparación del sitio, construcción y operación del PH Chicoasén II, con el objetivo general de prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales negativos y fortalecer los positivos; así como el seguimiento y monitoreo de las variables ambientales que permitan lograr que el proyecto evaluado se integre de manera adecuada a su entorno o área de influencia. La estructura de dicho Plan es la siguiente:

<b>Línea Estratégica</b>	<b>Programas</b>
<b>Prevención y Control</b>	Manejo y control de emisiones atmosféricas y ruido
	Manejo integral de residuos sólidos
	Manejo de sustancias y materiales peligrosos
	Manejo de aguas residuales
	Información y capacitación ambiental
<b>Mitigación</b>	Protección de taludes
	Control de erosión y arrastre de sedimentos
	Manejo y conservación de comunidades vegetales
	Manejo y conservación de fauna terrestre
	Protección y conservación de fauna acuática
	Restauración de riberas
<b>Compensaciones</b>	Reforestación y restauración
	Manejo y llenado de embalse
<b>Sociales</b>	Atención social
	Apoyo al desarrollo regional
<b>Contingencias y Respuesta a Emergencias</b>	Prevención y control de incendios forestales
	Prevención y control de derrame de combustibles y aceites



<b>Seguimiento y control</b>	Monitoreo de la calidad del aire
	Monitoreo del ecosistema acuático
	Monitoreo del ecosistema terrestre
	Monitoreo socioeconómico
	Supervisión

## CONCLUSIONES

De los sitios estudiados para el aprovechamiento del río Grijalva en el tramo comprendido de la presa Chicoasén a la parte final del embalse Malpaso, fue el sitio denominado La Cueva (PH Chicoasén II), las ventajas de este en comparación con los otros sitios alternativos son las siguientes:

- Menor superficie de embalse
- Área inundable por el embalse con mayor grado de perturbación
- Evitar la inundación de viviendas del poblado de Chicoasén
- Cercanía a la Central Hidroeléctrica Chicoasén, lo cual permite ocupar los mismos espacios utilizados para la construcción y ampliación de la misma en las obras temporales de apoyo.
- Mayor facilidad de acceso, lo cual permite reducir la superficie afectable por caminos de acceso en áreas con vegetación bien conservada o con menor grado de afectación.

Por el desarrollo del proyecto Chicoasén II se determinaron impactos moderados y altos, sin embargo las acciones propuestas para su prevención, mitigación y compensación establecidas en el Plan de Manejo Ambiental, contribuirán a la integración del mismo al Sistema Ambiental Regional sin comprometer su capacidad de carga, su integridad o el funcionamiento actual de los ecosistemas.

Adicionalmente se contribuirá con la reducción neta de 268 206,82 tCO<sub>2</sub>/año respondiendo a los planteamientos de la Presidencia de la República mediante el Programa Especial de Cambio Climático y a las tendencias internacionales de asumir compromisos voluntarios para reducción de emisiones de gases efecto invernadero, asimismo, se adiciona al parque de generación de energía eléctrica 571 GWh de energía renovable, siendo congruentes con los Políticas de la Estrategia Nacional de Energía.

# ***PROYECTO HIDROELÉCTRICO CHICOASÉN II, CHIS.***

***MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL-REGIONAL  
(CAPÍTULOS I A VIII)***



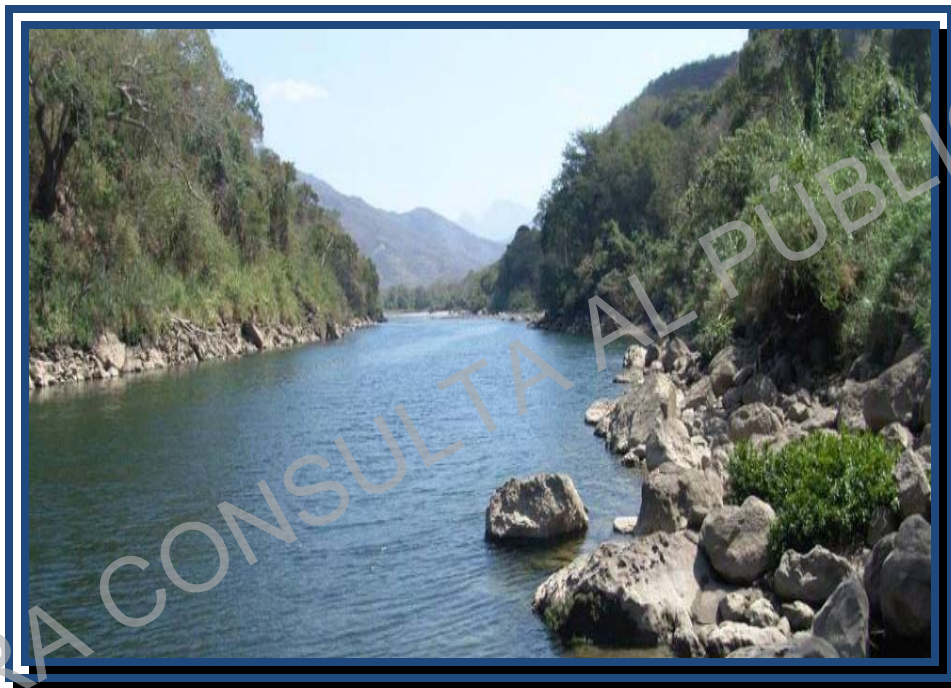
***CFE*** *Una empresa  
de clase mundial*

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS

*PROYECTO HIDROELÉCTRICO CHICOASÉN II*

# CAPÍTULO I

*DATOS GENERALES DEL PROYECTO, PROMOVENTE Y RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL*



**CFE** *Una empresa  
de clase mundial*

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS



## CONTENIDO

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, PROMOVENTE Y RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	3
1.2. Datos Generales del Proyecto.....	3
1.2.1. Nombre del proyecto .....	3
1.2.2. Ubicación del proyecto .....	3
1.2.3. Duración del proyecto.....	5
1.3. Datos Generales del Promovente .....	5
1.3.1. Nombre o razón social.....	5
1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente .....	5
1.3.3. Nombre y cargo del representante legal .....	5
1.3.4. Dirección del promovente o de su representante legal .....	5
1.3.5. Nombre y declaratoria del Consultor que Elaboró el Estudio.....	6

PARA CONSULTA AL PÚBLICO

# 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, PROMOVENTE Y RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

## 1.2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### 1.2.1. Nombre del proyecto

Proyecto Hidroeléctrico Chicoasén II, Chis.

### 1.2.2. Ubicación del proyecto

El sitio seleccionado para la construcción de la presa se localiza sobre el cauce del río Grijalva, nueve kilómetros aguas abajo de la central hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres (Presa Chicosén). Políticamente involucra por margen derecha al Municipio de Chicoasén y por la margen izquierda al Municipio de San Fernando ambos localizados en la Región Central del estado de Chiapas, el embalse que se formara se encuentra completamente dentro del Municipio de Chicoasén, como se muestra en la siguiente Figura 1 (para mayor detalle ver Plano PB\_General 01).

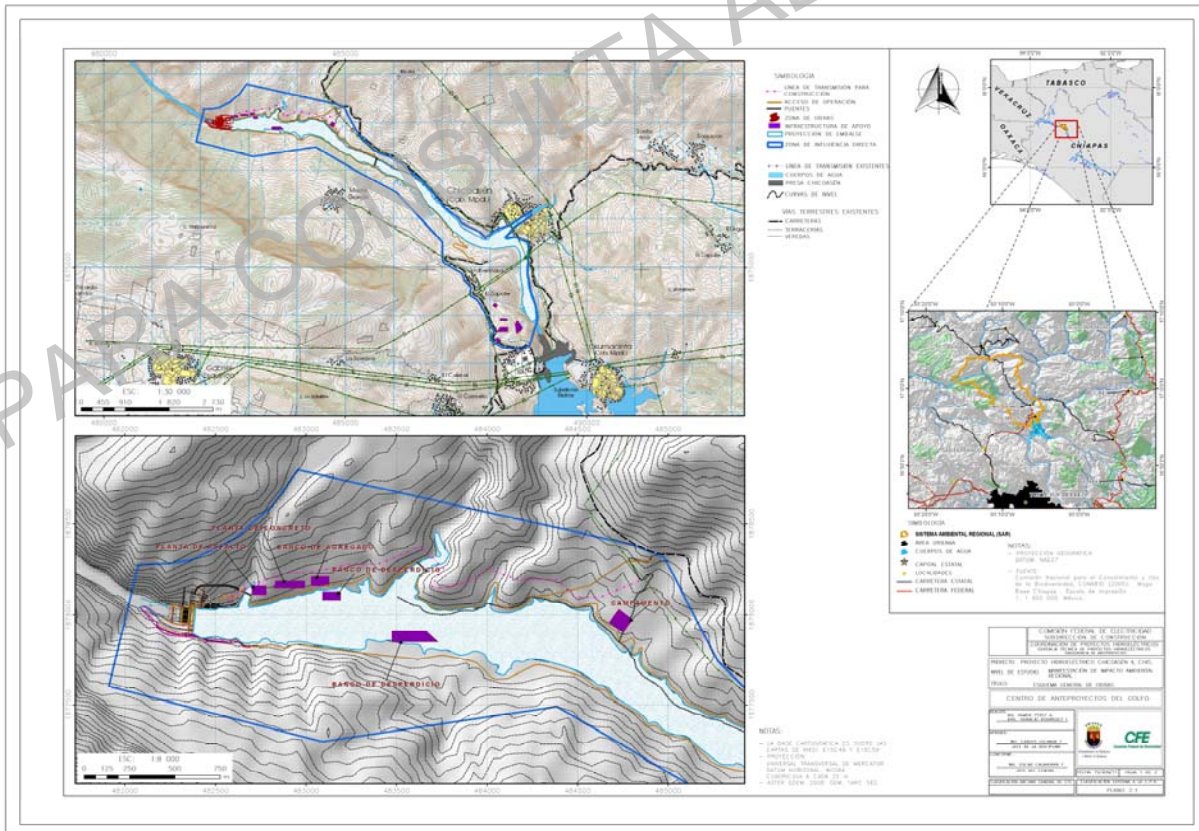


Figura 1.1 Ubicación del Proyecto Chicoasén II



Las coordenadas del polígono de la superficie involucrada por las obras y actividades del proyecto, representada como Zona de Influencia Directa (ZID) son las siguientes:

Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
1	484978,436	1878312,078	36	488817,537	1873392,264
2	485272,965	1877744,254	37	488739,490	1873347,985
3	485608,513	1877406,309	38	488673,157	1873306,221
4	485932,561	1877279,549	39	488534,093	1873306,221
5	486110,140	1877177,056	40	488248,557	1873341,959
6	486576,555	1876808,121	41	488006,743	1873499,382
7	486980,078	1876346,420	42	488004,694	1873555,097
8	487043,941	1876251,094	43	488075,183	1873646,295
9	487182,507	1876135,736	44	488072,654	1873691,807
10	487337,742	1876024,471	45	488029,863	1873742,158
11	487413,827	1875920,192	46	487960,063	1873889,437
12	487593,433	1875831,106	47	487890,557	1874074,844
13	487791,000	1875736,556	48	487732,580	1874322,651
14	487903,791	1875620,162	49	487590,580	1874414,059
15	488117,618	1875781,046	50	487587,430	1874521,089
16	488404,983	1875880,462	51	487609,951	1874581,815
17	488822,121	1876130,196	52	487465,893	1874737,126
18	488860,542	1876075,31	53	487414,379	1874877,748
19	488462,821	1875806,056	54	487055,867	1875092,805
20	488419,049	1875727,194	55	487012,212	1875161,575
21	488343,196	1875648,813	56	487009,681	1875534,143
22	488335,611	1875623,528	57	486051,961	1876547,849
23	488365,952	1875613,415	58	485321,350	1876941,48
24	488518,922	1875643,756	59	484385,325	1877491,005
25	488601,286	1875608,714	60	483088,916	1877295,912
26	488797,877	1875517,655	61	481911,904	1877603,900
27	488805,437	1875346,589	62	482073,972	1878275,417
28	488787,058	1875249,473	63	482248,743	1878281,535
29	488797,876	1875132,855	64	482373,778	1878300,405
30	488776,239	1874877,991	65	482606,193	1878418,373
31	488837,030	1874525,723	66	482812,054	1878597,631
32	488920,874	1874273,323	67	482955,935	1878799,130
33	488949,735	1874186,441	68	484794,427	1878386,231
34	488978,847	1874021,663	1	484978,436	1878312,078
35	488972,000	1873872,000			

Superficie de la ZID: 822 hectáreas

### **1.2.3. Duración del proyecto**

El programa de construcción del Proyecto Hidroeléctrico Chicoasén II contempla un periodo de 42 meses (3,5 AÑOS), iniciando construcción en el mes de junio del año 2012 y operación en octubre del año 2016,

En la etapa de planeación de un aprovechamiento hidroeléctrico en la que se determina su relación “beneficio-costo” se considera un periodo de operación de 50 años, sin embargo, la mayoría de los aprovechamientos hidroeléctricos pueden operar durante 100 o más años,

## **1.3. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE**

### **1.3.1. Nombre o razón social**

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Dirección de Proyectos de Inversión Financiada  
Subdirección de Proyectos y Construcción  
Coordinación de Proyectos Hidroeléctricos

### **1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente**

CFE 370814 Q10

### **1.3.3. Nombre y cargo del representante legal**

---

**Dr, Humberto Marengo Mogollón**  
Coordinador de Proyectos Hidroeléctricos

### **1.3.4. Dirección del promovente o de su representante legal**

Río Mississippi N° 71 piso 11  
Col, Cuauhtémoc  
C, P, 06500 México, D,F,  
Tel: (55) 5229 4400 ext 61000  
[humberto.marengo@cfe.gob.mx](mailto:humberto.marengo@cfe.gob.mx)



### **1.3.5. Nombre y declaratoria del Consultor que Elaboró el Estudio**

#### **Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH)**

Facultad de Ciencias Biológicas  
Edificio 2 de Ciudad Universitaria  
Libramiento Norte Poniente 1150 Colonia Lajas Maciel  
C.P: 29039  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas,  
Tel: 01 961 121 08 94

#### **Coordinación General**

Declaro, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

---

**Dra, Sandra Urania Moreno Andrade**

Cédula Profesional 3694289

[sandra\\_uraniamoreno@yahoo.com](mailto:sandra_uraniamoreno@yahoo.com)

#### **Coordinador MIA-R PH Chicoasén II**

Declaro, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales,

---

**Dr, Miguel Ángel Pérez Farrera**

Cédula Profesional 2171839

[perezfarreram@yahoo.com.mx](mailto:perezfarreram@yahoo.com.mx)

*PROYECTO HIDROELÉCTRICO CHICOASÉN II*

# CAPÍTULO II

*DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS*



**CFE** *Una empresa  
de clase mundial*

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS



PARA CONSULTA AL PÚBLICO

## CONTENIDO

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	6
2.2. Información General Del Proyecto .....	6
2.2.1. Naturaleza del proyecto.....	6
2.2.2. Justificación .....	6
2.2.3. Ubicación.....	9
2.2.4. Inversión requerida.....	11
2.3. Características particulares del proyecto .....	11
2.3.1. Programa general de trabajo.....	11
2.3.2. Representación gráfica regional.....	13
2.3.3. Representación gráfica local .....	14
2.3.4. Preparación del sitio y construcción .....	14
2.3.4.1. Infraestructura de apoyo.....	14
2.3.4.2. Túnel de acceso .....	18
2.3.4.3. Obras para el desvío y vertedor .....	19
2.3.4.4. Obra de contención y generación.....	22
2.3.4.5. Etapas del proceso constructivo.....	24
2.3.5. Operación y mantenimiento.....	28
2.3.5.1. Funcionamiento del embalse.....	28
2.3.5.2. Programa de mantenimiento .....	29
2.3.6. Desmantelamiento y abandono de instalaciones.....	30
2.3.7. Requerimientos de personal.....	30
2.3.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos.....	31
2.3.8.1. Residuos sólidos urbanos.....	31
2.3.8.2. Residuos peligrosos .....	31
2.3.8.3. Residuos de manejo especial.....	32



2.3.8.4. Aguas residuales ..... 33

PARA CONSULTA AL PÚBLICO

CONTENIDO TABLAS

Tabla 2.1	Centrales Hidroeléctricas que aprovechan los escurrimientos del río Grijalva .....	9
Tabla 2.2	Coordenadas de los vértices del polígono de la Zona de Influencia Directa .....	11
Tabla 2.3	Superficie requerida por el proyecto .....	12
Tabla 2.4	Inversión requerida .....	12
Tabla 2.5	Programa General de Trabajo .....	13
Tabla 2.6	Programa de operación de la futura Central Hidroeléctrica .....	30
Tabla 2.7	Mano de obra a emplear en cada una de las etapas del proyecto .....	32
Tabla 2.8	Residuos peligrosos y sus características .....	33
Tabla 2.9 II	Cantidades estimadas de material de excavación en las obras del PH Chicoasén II	34

CONTENIDO FIGURAS

Figura 2.1	Capacidad instalada por tipo de generación al 2009 .....	7
Figura 2.2	Perfil del río Grijalva mostrando las presas existentes y la ubicación del proyecto	8
Figura 2.3	Localización de los embalses Chicoasén y Malpaso con respecto al P. H. Chicoasén II	13
Figura 2.4	Representación gráfica del P. H. Chicoasén II .....	14
Figura 2.5	Ubicación de almacenes, oficinas y talleres para el P. H. Chicoasén II .....	16
Figura 2.6	Espacios propuestos para la infraestructura de apoyo .....	18
Figura 2.7	Esquema de los cortes proyectados en el sitio de obra. ....	19
Figura 2.8	Figura 2.8 Planta obra de desvío vertedor.....	21
Figura 2.9	Perfil por el eje del desvío vertedor .....	21
Figura 2.10	Corte esquemático de obras de contención y excedencias .....	22
Figura 2.11	Planta de la obra de generación .....	23
Figura 2.12	Perfil por el eje de la obra de generación.....	23
Figura 2.13	Diagrama de flujo del proceso constructivo del PH Chicoasén II.....	28

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

#### 2.2.1. *Naturaleza del proyecto*

A partir de la década de los setentas, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) realizó estudios geológicos sobre ambos márgenes del tramo del río Grijalva comprendido entre las presas Angostura y Malpaso, basados en exploraciones indirectas y directas, con la finalidad de determinar las mejores condiciones geológicas para el emplazamiento de un aprovechamiento hidroeléctrico, identificándose entre otros sitios los de Acala, Chicoasén y Copainalá. El proyecto hidroeléctrico Chicoasén junto con su central hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres se construyó a finales de esa década.

El Proyecto Hidroeléctrico Chicoasén II pretende aprovechar el desnivel existente entre el desfogue de la presa Chicoasén y el embalse de la presa Malpaso para el aprovechamiento integral del potencial hidroeléctrico del río Grijalva. Este proyecto se encuentra incluido y denominado en la cartera de proyectos del Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE 2011 - 2025) como proyecto Copainalá, previendo iniciar operación en el año 2017 y contribuir a satisfacer la creciente demanda de la región oriente del país e incrementar el porcentaje de generación eléctrica en la CFE con energías renovables.

El aprovechamiento hidroeléctrico Chicoasén II (antes Copainalá) que pretende desarrollar la CFE se compone de las siguientes obras:

- **Obra de desvío y excedencias.**- Integra un canal a cielo abierto de 563 m de longitud y 43 m de ancho, el desvío se complementa con dos ataguías aguas arriba y abajo.
- **Obra de contención.**- Comprende una cortina de concreto sección gravedad de 30 metros de altura.
- **Obra de generación.**- Corresponde a la casa de máquinas que alojará tres turbinas tipo Kaplan.

Con este proyecto, la CFE reutiliza el 100 % del caudal turbinado por la Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres (PH Chicoasén) para darle un mayor aprovechamiento a los escurrimientos del río Grijalva y adicionar a la región, y al Sistema Eléctrico Nacional, una generación media anual de 571 GWh, con una capacidad adicional instalada de 240 MW.

#### 2.2.2. *Justificación*

Comisión Federal de Electricidad tiene como misión fundamental asegurar el servicio de energía eléctrica, en condiciones de cantidad, calidad y precio, con la adecuada diversificación de energía. De acuerdo a su misión, actualmente la CFE genera, transmite y distribuye energía eléctrica para más de 26 millones de clientes, lo que representa una cobertura de atención cercana a los 100 millones de mexicanos.

Para satisfacer la demanda actual de energía eléctrica, la CFE contaba a diciembre del 2009 con una capacidad instalada efectiva de 51 686 MW, de la cual el 73 % corresponde a la generación con tecnología a base del uso de combustibles fósiles, mientras que la participación de las centrales hidroeléctricas es de 22,2% (Figura 2.1).

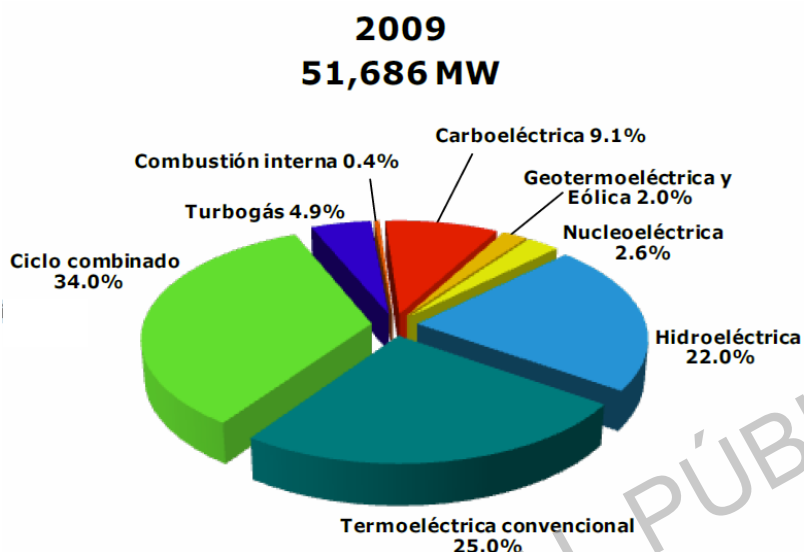


Figura 2.1 Capacidad instalada por tipo de generación al 2009

En el escenario de planeación 2011-2025, se estima un crecimiento medio anual en la demanda de energía del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) del orden de 4,3 %, y para la región oriente de 3,3%. De acuerdo a lo anterior para satisfacer la demanda del servicio público en 2010-2025 se requerirá de 25 946 MW de capacidad adicional, de los cuales 13 532 MW corresponden a proyectos de combustibles fósiles, y los 12 414 MW restantes de fuentes “limpias” de energía, incluyendo 3 411 MW de proyectos hidroeléctricos (CFE 2010).

En el año 2009 el Gobierno Federal publicó el Programa Especial de Cambio Climático donde se compromete reducir las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) en 51 millones de toneladas de carbono (CO<sub>2</sub>) al año y estableciendo como meta reducir las en un 50% para el año 2050. Adicionalmente en 2010 México expresó su compromiso de reducir hasta en un 30% sus emisiones al 2020, condicionado a una adecuada transferencia de tecnología y financiamiento.

Para la expansión del SEN se establece entre otros lineamientos, “Desarrollar fuentes de energía renovable, a fin de alcanzar una participación en la capacidad de generación de 25%”, contribuyendo a la diversificación de las fuentes de energía. Las ventajas más importantes de una estrategia de diversificación son: mayor protección contra la volatilidad de los precios energéticos primarios, menor dependencia de un proveedor único de combustibles prioritarios y la reducción de la contaminación atmosférica mediante el uso de fuentes de energía renovable.

Por lo anterior el PH Chicoasén II se ha incluido en el catalogo de proyectos del POISE. Entre los beneficios de este proyecto se señalan los siguientes:

- Uso de fuentes de energía renovable, ya que utiliza la energía potencial del agua, sin disminuir su cantidad, calidad y disponibilidad.



- Contribuir a la diversificación del Sistema Eléctrico Nacional.
- Impacto favorable para contrarrestar problemática sobre el cambio climático
- Evitar la emisión a la atmósfera de 398 839 toneladas de CO<sub>2</sub>; 255 de SO<sub>2</sub> y 679 de NO<sub>x</sub> al año y el consumo de 781 372 barriles de petróleo al año, que se consumirían para una generación equivalente a la producible por el PH Chicoasén II, y por consiguiente el ahorro también de casi 41 millones de dólares.
- Favorece las pesquerías en el embalse

Por otra parte, con el PH Chicoasén II se pretende el aprovechamiento del río Grijalva, corriente ya regulada desde la segunda mitad del siglo pasado por el establecimiento de las presas La Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas (Tabla 2.1 y Figura 2.2), estableciendo congruencia con las directrices de sustentabilidad establecidas por organizaciones internacionales como la Comisión Mundial de Represas (WCD) y la Asociación Internacional de Hidroelectricidad (IHA), en el sentido de establecer los nuevos aprovechamientos hidroeléctricos en ríos ya regulados.

Datos	Centrales Hidroeléctricas			
	Angostura	Chicoasén	Malpaso	Peñitas
Altura de cortina (m)	146	262	137	53
Superficie de embalse (ha)	63 000	3 150	29 400	6 950
Capacidad instalada (MW)	900	2 400	1 080	420
Año de inicio operación	1975	1980	1969	1987

Tabla 2.1 Centrales Hidroeléctricas que aprovechan los escurrimientos del río Grijalva

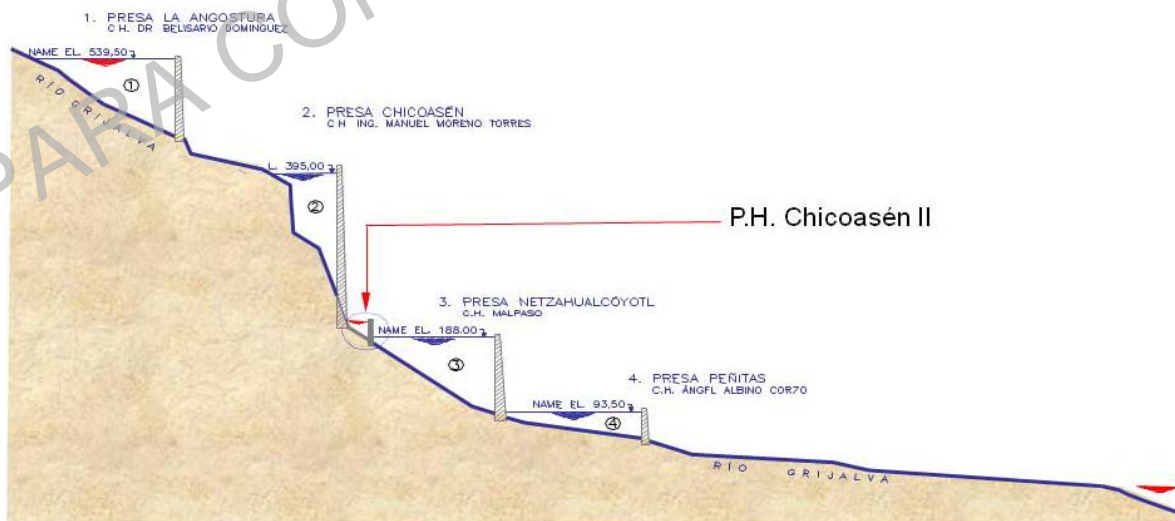


Figura 2.2 Perfil del río Grijalva mostrando las presas existentes y la ubicación del proyecto

### 2.2.3. Ubicación

El sitio finalmente seleccionado para la construcción de la presa se localiza sobre el cauce del río Grijalva, nueve kilómetros aguas abajo de la presa Chicoasén y su central hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres. Políticamente involucra por margen derecha al municipio de Chicoasén y por la margen izquierda a los Municipios de Chicoasén y San Fernando ambos localizados en la Región Central del estado de Chiapas, el embalse que se formará se encuentra totalmente dentro del municipio de Chicoasén. Las coordenadas del polígono de la Zona de Influencia Directa (ZID) que corresponde a las superficies involucradas por las obras y actividades del proyecto son las siguientes: (Planos 2.1 Hojas 1 y 2). Los puntos de inflexión del polígono se muestran en la Tabla 2.2.

Vértice	Coordenadas UTM		Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	484978,436	1878312,078	36	488817,537	1873392,264
2	485272,965	1877744,254	37	488739,49	1873347,985
3	485608,513	1877406,309	38	488673,157	1873306,221
4	485932,561	1877279,549	39	488534,093	1873306,221
5	486110,140	1877177,056	40	488248,557	1873341,959
6	486576,555	1876808,121	41	488006,743	1873499,382
7	486980,078	1876346,42	42	488004,694	1873555,097
8	487043,941	1876251,094	43	488075,183	1873646,295
9	487182,507	1876135,736	44	488072,654	1873691,807
10	487337,742	1876024,471	45	488029,863	1873742,158
11	487413,827	1875920,192	46	487960,063	1873889,437
12	487593,433	1875831,106	47	487890,557	1874074,844
13	487791,000	1875736,556	48	487732,580	1874322,651
14	487903,791	1875620,162	49	487590,580	1874414,059
15	488117,618	1875781,046	50	487587,430	1874521,089
16	488404,983	1875880,462	51	487609,951	1874581,815
17	488822,121	1876130,196	52	487465,893	1874737,126
18	488860,542	1876075,31	53	487414,379	1874877,748
19	488462,821	1875806,056	54	487055,867	1875092,805
20	488419,049	1875727,194	55	487012,212	1875161,575
21	488343,196	1875648,813	56	487009,681	1875534,143
22	488335,611	1875623,528	57	486051,961	1876547,849
23	488365,952	1875613,415	58	485321,35	1876941,480
24	488518,922	1875643,756	59	484385,325	1877491,005
25	488601,286	1875608,714	60	483088,916	1877295,912
26	488797,877	1875517,655	61	481911,904	1877603,900
27	488805,437	1875346,589	62	482073,972	1878275,417
28	488787,058	1875249,473	63	482248,743	1878281,535

29	488797,876	1875132,855	64	482373,778	1878300,405
30	488776,239	1874877,991	65	482606,193	1878418,373
31	488837,030	1874525,723	66	482812,054	1878597,631
32	488920,874	1874273,323	67	482955,935	1878799,130
33	488949,735	1874186,441	68	484794,427	1878386,231
34	488978,847	1874021,663	1	484978,436	1878312,078
35	488972,000	1873872,000			
Superficie total = 822 ha					

Tabla 2.2 Coordenadas de los vértices del polígono de la Zona de Influencia Directa

En la tabla siguiente (Tabla 2.3) se detallan las superficies que serán ocupadas de forma permanente por el proyecto, así como las de carácter temporal; todas estas contenidas dentro del polígono de Zona de Influencia Directa del proyecto.

TIPO DE ÁREAS REQUERIDAS POR EL PROYECTO	Áreas permanentes	Áreas temporales
	Hectáreas	Hectáreas
Zona de obras, Incluye una porción del embalse,	15,3	
Área de embalse total: 188,6 ha		
Área de embalse excluyendo el área común con el área de zona de obras.	183,0	
Área del caminos de operación (derecho de vía de 20 )	23,5	
TOTAL	221,8	
<b>1. OBRAS ASOCIADAS EN ZONA DE OBRA</b>		
ALMACÉN TEMPORAL DE RESIDUOS PELIGROSOS*		0,003
BANCO DE AGREGADOS*		0,5
BANCO DE DESPERDICIO*		1,8
CAMPAMENTO*		0,6
PLANTA DE ASFALTO*		0,4
PLANTA DE CONCRETO*		0,7
SUBTOTAL		4,1
<b>2. OBRAS ASOCIADAS EN EXPLANADAS EXISTENTES</b>		
BANCO DE PIEDRA		2,5
ÁREA DE ALMACÉN Y BODEGA		0,9
ÁREA DE CARGA DE COMBUSTIBLE		0,6
ÁREA DE OFICINAS		0,7
ÁREA DE TALLERES		2,0
SUBTOTAL		6,7
LÍNEA DE TRANSMISIÓN		1,3

TOTAL		12,2
TOTAL DE SUPERFICIE REQUERIDA		234,0

Tabla 2.3 Superficie requerida por el proyecto

### 2.2.4. Inversión requerida

Los costos se estimaron considerando el catalogo de precios medios unitarios a junio del 2007.

El tipo de cambio para su estimación en dólares fue de 11,20 y el desglose de la inversión requerida se muestra en la siguiente Tabla 2.4:

Concepto	Millones de pesos	Millones de dólares
Obras civiles:	2 200	188
Obra electromecánica	2 694	145
Otros:	520	44
TOTAL	5 414	377

Tabla 2.4 Inversión requerida

## 2.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

### 2.3.1. Programa general de trabajo

El proyecto está conceptualizado para ser construido en un plazo de 42 meses (3,5 años). En la siguiente (Tabla 2.5) se muestran las principales actividades y sus periodos en meses para su realización en las etapas de preparación de sitio y construcción.

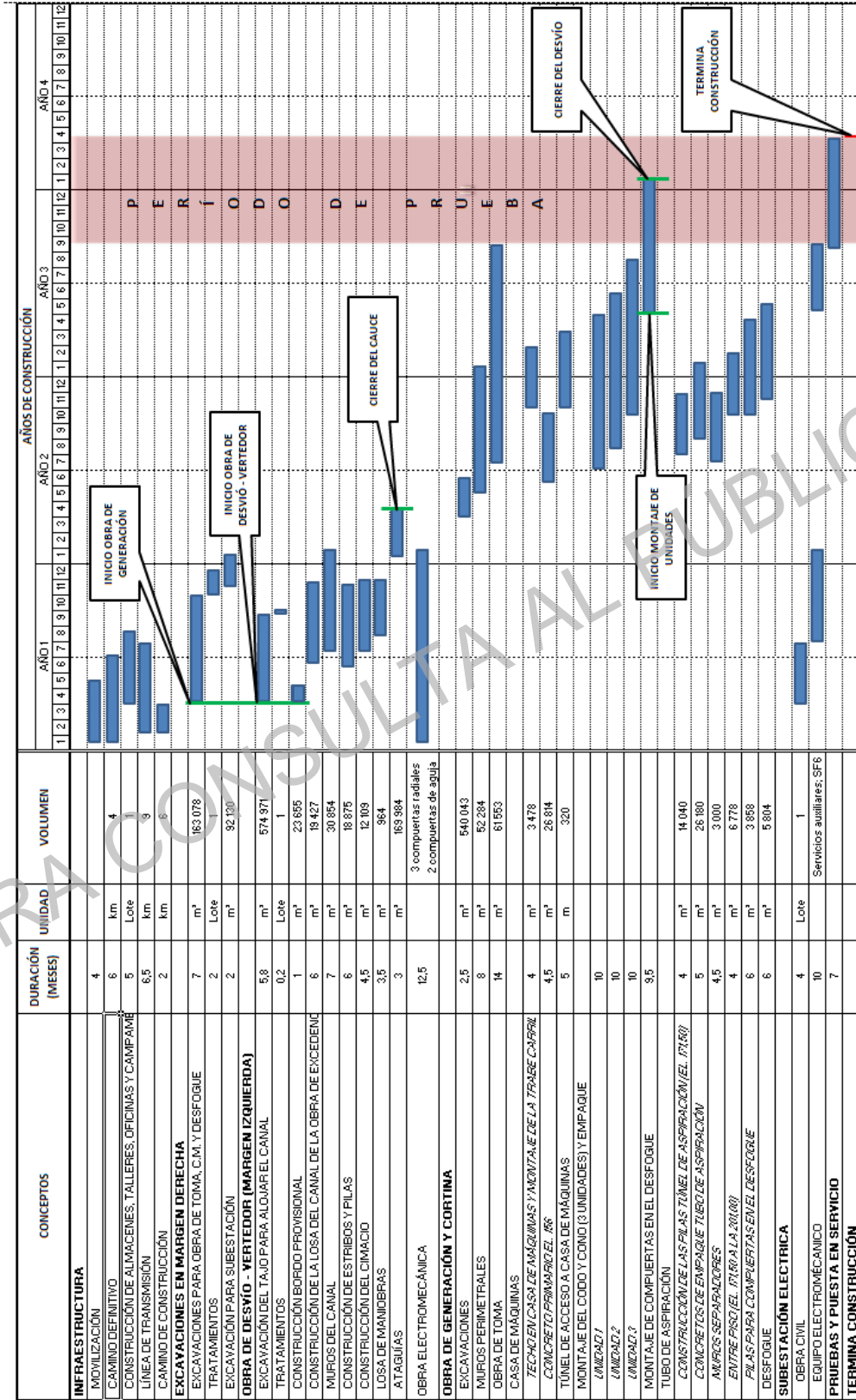


Tabla 2.5 Programa General de Trabajo

### 2.3.2. Representación gráfica regional

En el contexto de las regiones hidrológico-administrativas de la CONAGUA el sitio se ubica en la Región XI Frontera Sur y en la subregión denominada Medio Grijalva, la cual comprende desde la presa La Angostura hasta aguas abajo de la presa de Malpaso cubriendo una superficie de 20 142 km<sup>2</sup>, que corresponde al 22,28% de la superficie del estado de Chiapas, es la más grande (territorialmente), con mayor número de municipios y habitantes ya que aquí se concentran los principales centros urbanos del estado de Chiapas: Tuxtla Gutiérrez y San Cristóbal de las Casas.



Figura 2.3 Localización de los embalses Chicoasén y Malpaso con respecto al P. H. Chicoasén II

### 2.3.3. Representación gráfica local

La zona de obras del P.H. Chicoasén II se localiza a 6,5 km en línea recta al Noroeste del poblado de Chicoasén.

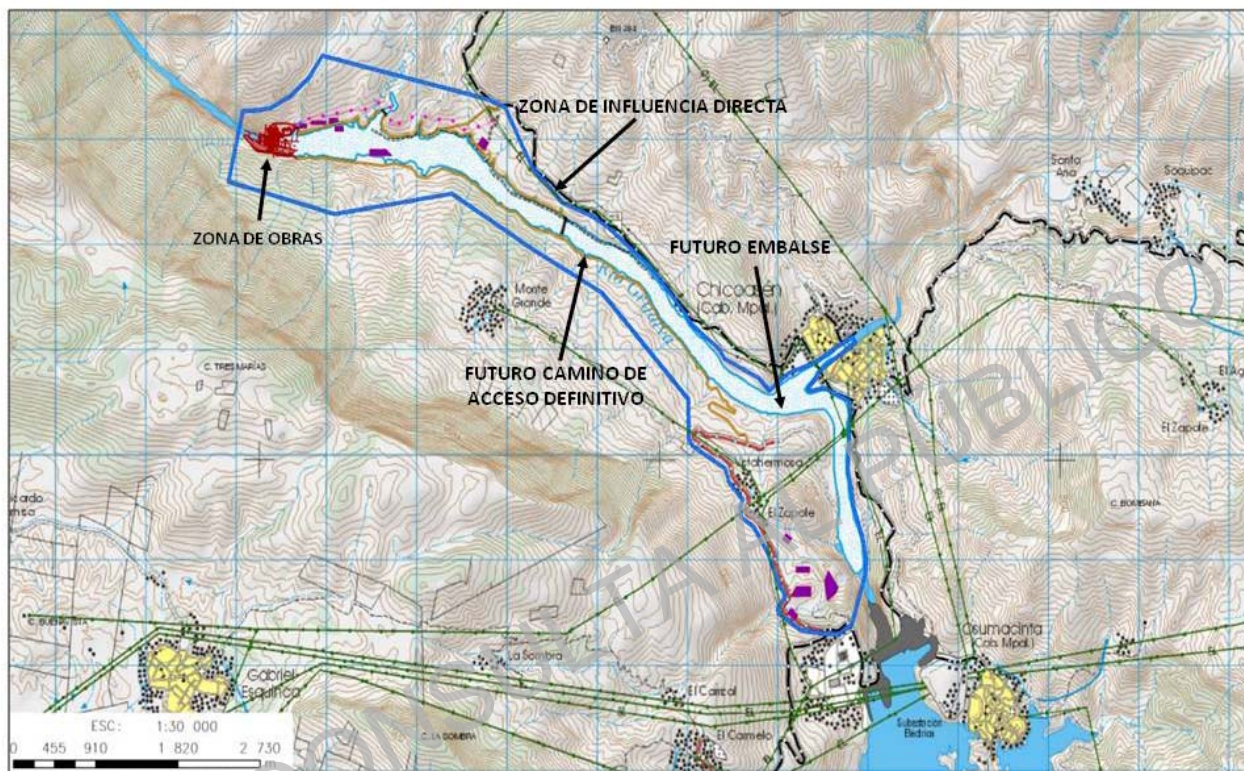


Figura 2.4 Representación gráfica del P. H. Chicoasén II

### 2.3.4. Preparación del sitio y construcción

Las obras que serán desarrolladas para conformar el proyecto son las siguientes:

#### 2.3.4.1. Infraestructura de apoyo

##### A. Camino de acceso para construcción y operación

El acceso definitivo se realizará por ambas márgenes del río Grijalva, la longitud total de los caminos de acceso definitivos por ambas márgenes del río es de 12 km y se encuentran integrados dentro del polígono de la Zona de Influencia Definitiva.

El inicio del camino de acceso para construcción y operación es por la margen izquierda del río, a partir de una conexión con el camino federal e instalaciones militares de El Zapote y después de un recorrido de 3 725 m se realiza el cruce del río para continuar por la margen derecha del río hasta la casa de máquinas con una longitud de 4 811 m. El camino de acceso definitivo desde su inicio hasta casa de máquinas recorriéndolo por margen derecha tendrá una longitud

total de 8,2 km; que incluye, además del puente carretero de 172 m que cruza el río Grijalva por la parte media del futuro embalse y otros dos puentes carreteros para librar los arroyos “El Cascajo” (77 m) y “La Pila” (39 m). Los puentes carreteros para cruzar los arroyos, son estructuras de concreto armado con ancho de calzada de 7 m con banquetas peatonales de 0,80 m de ancho y barandales en ambos lados; estarán diseñados para soportar la máxima carga del equipo electromecánico de la central, el nivel de rasante o piso terminado será la cota 210 m.

Posterior al cruce del arroyo “La Pila”, para acceder al piso de excitadores de la casa de máquinas se requiere de un túnel carretero tipo portal de 8 m de base por 7 m de altura y 319 m de longitud.

A partir del puente carretero que sirve para cruzar el río Grijalva, el camino de acceso definitivo para la construcción y operación del proyecto por margen izquierda del río, tendrá una longitud de 3,2 km hasta la zona de obras donde se ubica la cortina del proyecto.

El camino será de tipo “C” con un ancho de corona 7 m, pendiente máxima del 8%, velocidad de proyecto de 40 km/h y un pavimento flexible de 0,07 m de espesor de acuerdo a las especificaciones de la SCT.

**Obras de drenaje (cunetas).**- La conformación de las zanjas para formar las cunetas, se realizara mediante excavación, de acuerdo con las secciones, niveles, alineación y acabados establecidos, la pendiente de la cuneta será la misma que la del camino. Cuando la sección del camino pase de corte a terraplén, la cuneta se prolongará la longitud necesaria en diagonal siguiendo la conformación del terreno para deslogar el agua en la obra de drenaje más cercana. Una vez terminada la conformación se revestirá con concreto hidráulico.

Además se considera la construcción de obras transversales al camino (alcantarillas), en donde se ubican corrientes de agua y escurrideros, siendo la construcción a base de tubos de lámina acanalada y cabezotes de mampostería con piedra de la región.

#### **B.** *Almacén de agregados*

El almacén de agregados corresponde a dos sitios de 5 000 m<sup>2</sup> cada uno donde se dispone el material que será utilizada posteriormente para la preparación de concretos. Se localizará sobre la margen derecha de río Grijalva, 600 m aproximadamente aguas arriba de la zona de obras a un costado del camino de acceso definitivo a la casa de máquinas. (Figura 2.5 Ubicación de almacenes, oficinas y talleres para el P. H. Chicoasén II)

#### **C.** *Talleres*

El sitio destinado para la ubicación del taller se ubica en la zona que fue ocupada cuando se construyó la primera y segunda etapa de Chicoasén, en la margen izquierda del río Grijalva aguas arriba de la descarga de los vertedores; La zona es propiedad federal y actualmente se encuentra custodiada por la 31ª zona militar. Ocupará una superficie 5 000 m<sup>2</sup> y funcionará para aspectos mecánicos como eléctricos y de pailería (Figura 2.5 y Figura 2.6 a).



### D. *Área para carga de combustible*

El sitio destinado para el almacenamiento temporal y de carga de combustible se ubica también sobre superficies que fueron utilizadas cuando se construyó la primera y segunda etapa de Chicoasén, distante 240 metros aguas abajo, del área de almacen de materiales y bodega. Abarcará una superficie de 6 070 m<sup>2</sup> mediante un polígono de aproximadamente 75 por 80 m. La zona es propiedad federal y actualmente se encuentra custodiada por la 31ª zona militar. (Figura 2.5).

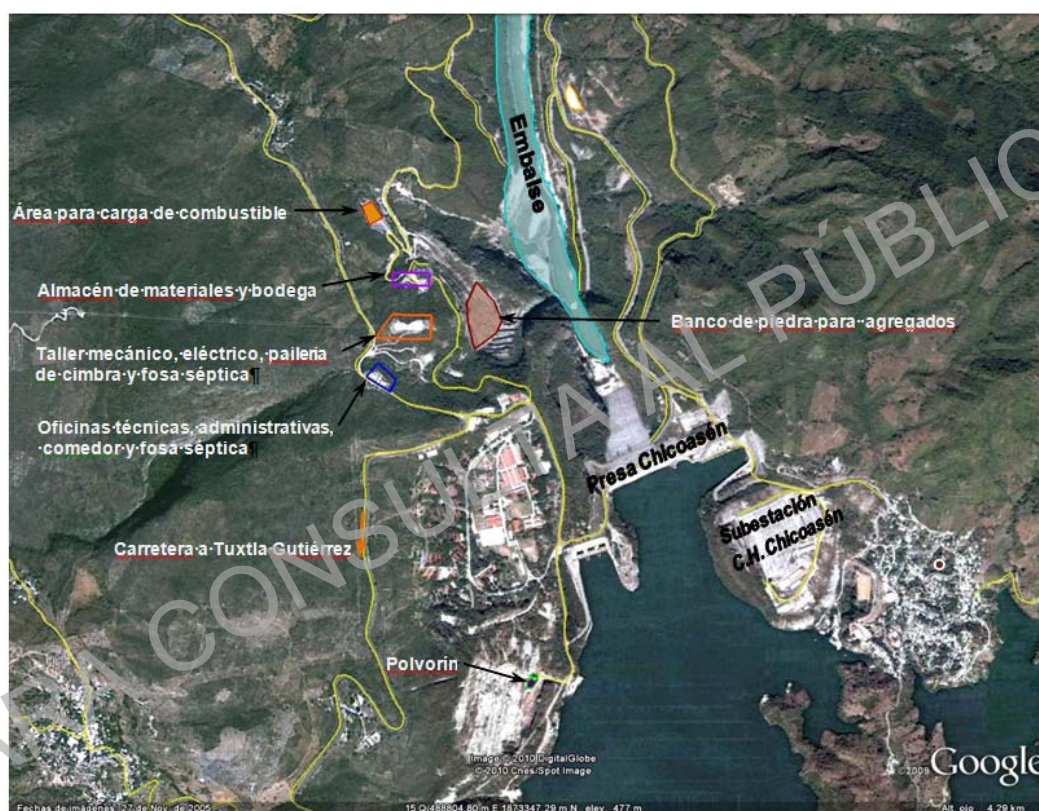


Figura 2.5 Ubicación de almacenes, oficinas y talleres para el P. H. Chicoasén II

### E. *Línea de transmisión y subestación de servicio*

La electricidad requerida para la preparación del sitio y construcción del proyecto, será suministrada mediante una conexión con la actual línea de transmisión de 115 kV que parte de la actual subestación C. H. Chicoasén hacia Malpaso.

Se instalará para la construcción del proyecto una subestación de servicios auxiliares de 115/13,8 kV, prevista sobre la margen derecha del río Grijalva, aguas abajo de la cañada el Cascajo, en una plataforma de 40 x 80 m a la elevación 210,00 m, ocupando un área aproximada de 3 200 m<sup>2</sup>, de esta misma partirá la línea de 2,65 km para su interconexión con la línea de transmisión de 115 kV que parte de la actual subestación C. H. Chicoasén hacia Malpaso (Ver Planos 2.1 hoja 1 de 2).

#### **F.** *Campamento y comedor para obreros*

El sitio destinado para comedores se localiza en la misma área de almacenes, oficinas y talleres, se ubica en la zona que fue ocupada anteriormente cuando se construyeron la primera y segunda etapas de Chicoasén, en la margen izquierda del río Grijalva aguas arriba de la descarga de los vertedores; La zona es propiedad federal y actualmente se encuentra custodiada por la 31ª zona militar, los servicios que se prestarán tanto de campamento como de comidas será para alrededor de 2 000 personas.

El campamento para obreros se localizará en una superficie de 1,8 ha sobre margen derecha a 2 km aproximadamente de la zona de obras.

#### **G.** *Banco de materiales*

A partir del eje de la boquilla en un radio de 10 km, existe material suficiente para satisfacer el volumen que demanda la obra; para el tipo de materiales térreos de las ataguías será necesario realizar una campaña para la identificación, muestreo y ensayos correspondientes de laboratorio de los materiales.

Con respecto al volumen de materiales requeridos para la elaboración del concreto, se planea utilizar el banco la Pedrera, localizado hacia aguas arriba del eje de la boquilla, a una distancia aproximada de acarreo de 7 km, con el fin de conocer el porcentaje útil del producto de explotación y conocer su curva granulométrica media, que se ajuste a las recomendaciones para la elaboración de concreto con tamaño máximo de agregados que exija el proyecto (Figura 2.5).

Por las características de la sección seleccionada para las ataguías, el volumen que más demanda es la roca, por lo tanto es posible la utilización del material producto de las excavaciones. El alcance de esta etapa no cubre los estudios de voladuras de prueba para conocer la granulometría del producto, por lo tanto se recomienda realizar las mismas, acompañadas de estudios complementarios como ensayos de intemperismo acelerado y sanidad entre otros.

#### **H.** *Plantas de asfaltos agregados y concretos*

Esta infraestructura de apoyo quedará ubicada en el polígono de obras en boquilla, una vez que se ha realizado el desmonte, se continúa con las actividades que implican el movimiento de tierras, tales como son cortes, excavaciones, nivelaciones y compactaciones para posteriormente efectuar el montaje de las estructuras prefabricadas y la instalación de casetas multipanel, la superficie que ocuparán esta infraestructura de apoyo estarán integradas dentro de un polígono de obras de la boquilla de 10 ha.

Los materiales pétreos que se emplean en la elaboración del concreto se extraen del banco de material "La Pedrera" y se transportan a la planta respectiva, en la cual se obtienen arena y grava de distintos tamaños de acuerdo a los requerimientos de cada estructura. Estos agregados se transportarán y colocarán en los bancos de almacenamiento de la planta dosificadora (referidos en el 2.2.4.1.2 Almacén de agregados), los cuales estarán delimitados con muros de mampostería para evitar la contaminación entre los agregados y se acondicionan con una pendiente en el piso con el fin de drenar las captaciones de agua y evitar la saturación de los materiales almacenados.

#### **I.** *Oficinas técnico administrativas*

Abarcarán una superficie de 15 000 m<sup>2</sup> y se ubicarán en la zona que fue ocupada cuando se construyó la primera y segunda etapa de Chicoasén, sobre la margen izquierda del río Grijalva aguas arriba de la descarga de los vertedores; La zona es propiedad federal y actualmente se encuentra custodiada por la 31ª zona militar (Figura 2.6).



a) Sitio propuesto para talleres

b) Sitio propuesto para oficinas administrativas

Figura 2.6 Espacios propuestos para la infraestructura de apoyo

### 2.3.4.2. Túnel de acceso

Para acceder a casa de máquinas durante la etapa de operación, se proyecta un túnel carretero de 319 m de longitud, con sección portal de ocho metros de base y siete de altura el cual será excavado utilizando el método tradicional con el uso de explosivos. Una vez realizada la excavación de acuerdo a las condiciones de la roca se realizará la estabilización de talud con anclas de fricción y concreto lanzado y se revestirá el piso con una losa de concreto hidráulico de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  y banquetas en ambos lados. La ubicación de los portales de entrada y salida con respecto a otras obras como la subestación y excedencias se aprecia en la Figura 2.7.

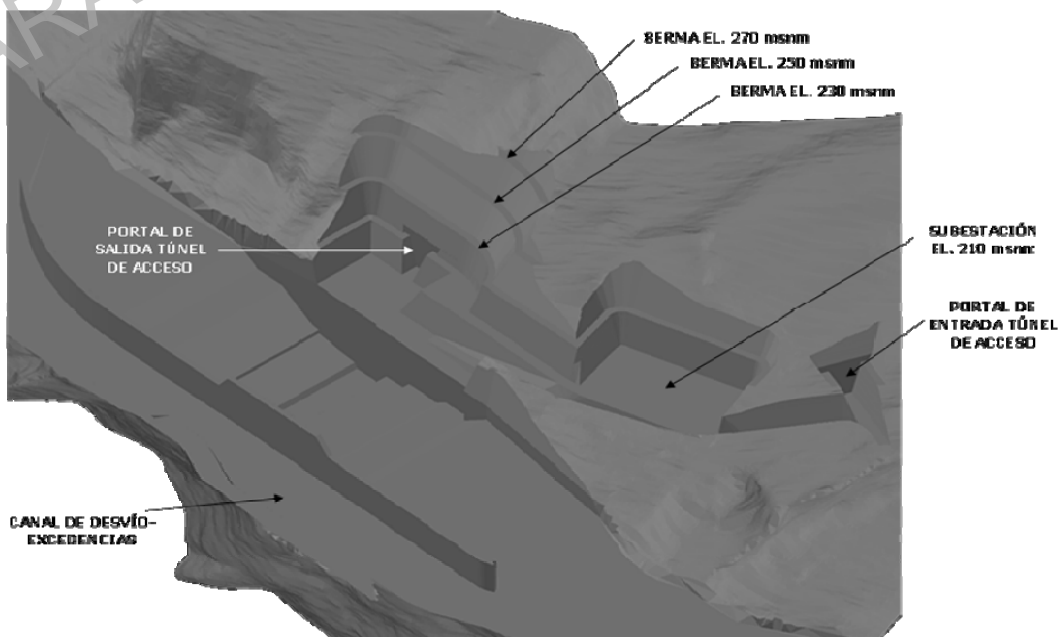


Figura 2.7 Esquema de los cortes proyectados en el sitio de obra.

### A. *Excavación y revestimiento*

La excavación del túnel se realizará utilizando explosivos y la secuencia de actividades es la siguiente:

**Amacice:** Una vez concluido el periodo de ventilación se procede a la revisión de la voladura, retirando los bombillos no activados y llevando a cabo el retiro de las rocas inestables en bóveda y tablas (amacice), Esta actividad se realiza con agua a presión y con herramienta manual, después de cada voladura y antes del inicio de la rezaga, apoyándose de barretas, picos etc.

**Retiro de material rezaga:** Consiste en el acarreo de material caído desde la zona de voladura hasta 150 m fuera del emportalamiento dentro del polígono determinado como zona de influencia directa.

**Tratamiento de la roca:** Se realizará utilizando marcos de madera, anclaje y drenaje de acuerdo a las indicaciones de la Residencia de Obra.

Una parte del material rezaga producto de los cortes y excavaciones podrá ser utilizado en la construcción de ataguías, el material sobrante (desperdicio) será dispuesto en el sitio propuesto (ver plano 1 "Esquema General de Obras") ubicado en el área de inundación del futuro embalse. En la tabla 2.9 se refieren los volúmenes de materiales estimados que se tendrán de rezaga para su depósito en el área del futuro embalse.

**Trazo:** Se realiza el alineamiento horizontal y vertical que servirá de base para el trazo de la plantilla de barrenación y voladuras controladas; dicha plantilla será trazada en cada voladura.

**Barrenación:** Esta actividad podrá llevarse a cabo con perforadora de pierna, jumbo o el equipo adecuado.

**Carga y Conexión:** El procedimiento para la carga consiste en la introducción del iniciador y de la carga total del barreno con ayuda de faineros de madera. Cargados todos los barrenos se conectan los noneles de diferentes tiempos al cordón detonante y éstos a su vez a la mecha de seguridad.

**Voladura:** Terminada la carga se retiran los explosivos sobrantes, las instalaciones como; mangueras, tuberías, reflectores, herramientas, equipo de barrenación, delimitando el área de influencia de la voladura para retirar al personal hasta el exterior y en un lugar seguro, posteriormente se encenderá la mecha la cual deberá tener una longitud tal que permita la salida segura de las dos personas que se quedaron a encenderla.

**Ventilación:** Posteriormente a la detonación se utiliza un sistema de inyección de aire para desalojar los gases producto de la voladura y mantener las condiciones de salud indicadas en la NOM-23-STPS-2003.

### 2.3.4.3. Obras para el desvío y vertedor

#### A. *Canal de desvío*

Se propone integrar el desvío y vertedor en un sistema mutuamente complementario, procurándose así una disminución en el costo y en el movimiento de tierras. De acuerdo con los gastos de diseño, las condiciones topográficas, las características de la roca en cada una de las márgenes y el tipo de cortina, se eligió un canal a cielo abierto excavado en la parte baja de la margen izquierda, con la finalidad de minimizar la longitud del canal y evitar cortes excesivamente altos.

Para el diseño del canal que funcionará primero como obra de desvío se utilizó el gasto de diseño para la obra de excedencias de 7 009 m<sup>3</sup>/s.

El gasto de diseño del desvío se eligió de 2 846 m<sup>3</sup>/s, el cual corresponde a la avenida máxima registrada el 10 de septiembre de 1998. Este gasto es superior al máximo que puede desfogar la central de Chicoasén para las ocho unidades (1 493,60 m<sup>3</sup>/s).

La obra de excedencias se propone construirla totalmente desde un principio, está formada por un canal 21,00 m de altura y 43,05 m de ancho, incluyendo el espesor de las pilas.

El canal tiene una longitud total de 569,30 m, de los cuales 178,10 m corresponden al canal de llamada, de éstos los primeros 53,60 m no son revestidos. A partir de la estación 0-160,04, el canal de llamada de sección compuesta es revestido; a partir de este punto está limitado en su margen derecha por un muro de concreto armado de 29,00 m de altura y tres metros de espesor. En la margen izquierda el talud de excavación es de 0,5:1, revestido con concreto armado hasta la elevación 210,00 m.

La estructura de control, se ubica 12 m aguas abajo del eje de la cortina, la cresta vertedora está a la elevación 187,00 m, está integrada por tres vanos de 12,35 m de ancho cada uno, los cuales estarán dotados de compuertas tipo aguja y radiales de 21,00 m de altura. Los vanos están formados por dos muros de concreto en los extremos y dos pilas intermedias de 3,00 m de espesor, que sirven para apoyo de las compuertas y el puente de maniobras.

Se tiene previsto colocar, después de la curva vertical, en el cadenamamiento 0+066,90 compuertas de aguja de 12,35 m de ancho y 9,00 m de altura, debido a que cuando opere la central hidroeléctrica el nivel del agua en el desfogue estará a la elevación 187,97 m y el piso del canal de descarga se ubica por abajo de ésta cota. Lo anterior es con la finalidad de aislar la zona de control y dar el mantenimiento cuando se requiera.

El canal de descarga es revestido, con pendiente de 0,008 hasta la estación 0+235,95 con elevación 180,20 m y continúa con una plantilla horizontal a la misma elevación. El canal es de sección compuesta, en función del gasto del vertedor; está limitado en los extremos por muros de concreto armado de 3,00 m de espesor. El muro de margen derecha del vertedor, se ubica a 10 m de distancia del muro de la casa de máquinas y se requiere regularizar la plantilla con concreto simple para obtener el nivel del piso.

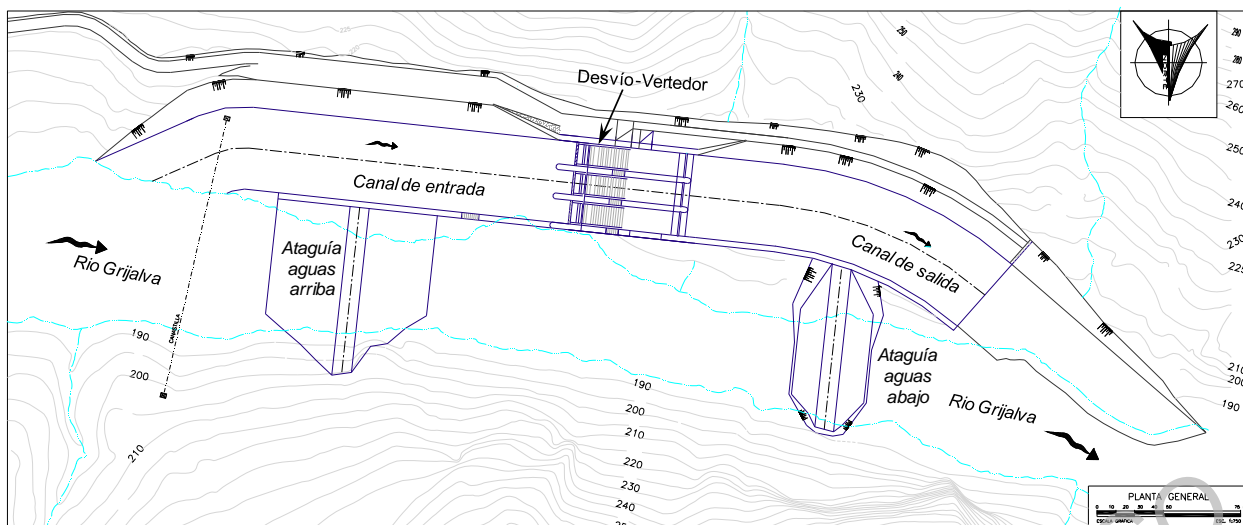


Figura 2.8 Figura 2.8 Planta obra de desvío vertedor

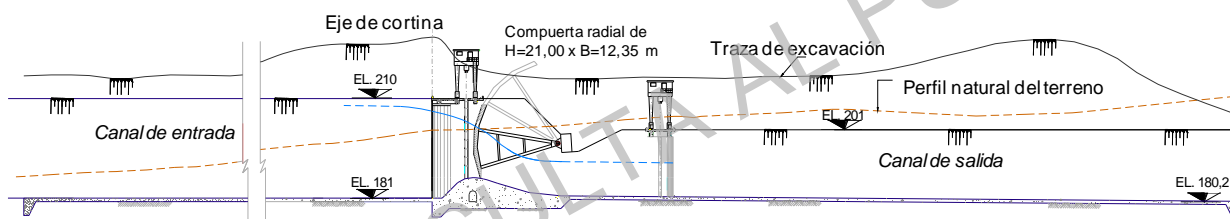


Figura 2.9 Perfil por el eje del desvío vertedor

## B. Ataguías

Otra parte fundamental de esta obra es la correspondiente a las ataguías, cuya función es desviar el río para dejar seca la zona de construcción de la casa de máquinas.

La ataguía aguas arriba es de materiales térreos, de 21,00 m de altura con taludes 1,8:1 en el paramento de aguas arriba y 1,7:1 en el de aguas abajo; el ancho de su corona es de 10,00 m y su elevación la 201,00; la ataguía está limitada en la margen izquierda por un muro de concreto, el cual corresponde a la margen derecha del canal de llamada de la obra de desvío-vertedor.

La ataguía de aguas abajo es también de materiales térreos y altura de 7,00 m, con taludes 2:1 en ambos paramentos; el ancho de su corona es de 10,00 m en la elevación 187,00 m; la margen izquierda de la ataguía, está limitada por el muro de concreto de margen derecha del canal de desvío y la margen derecha de la ataguía esta empotrada sobre la ladera. (Figura 2.8)

### 2.3.4.4. Obra de contención y generación

#### A. Cortina y casa de máquinas

Por las características de este proyecto, la Casa de Máquinas hace la función de la Presa o Cortina. Su ubicación comprende el cauce del río y una parte de la margen derecha, a 10 metros de distancia del muro del desvío vertedor, su acceso se realiza por esta margen. Está constituida por una canal de llamada, estructura de control, casa de máquinas al exterior, tubo de aspiración, subestación elevadora de potencia de tipo encapsulada y canal de desfogue.

Su eje es recto y perpendicular al río; el tramo de cortina se ubica entre la casa de máquinas y el talud de excavación en calizas de la margen derecha.

La corona de la cortina esta a la elevación 210,00 m, con un ancho de 10,00 m; altura máxima de 22,00 m; la longitud total de corona es de 43,00 m, con taludes verticales; el bordo libre es de 2,00 m, (ver síntesis de proceso constructivo y Figura 2.10).

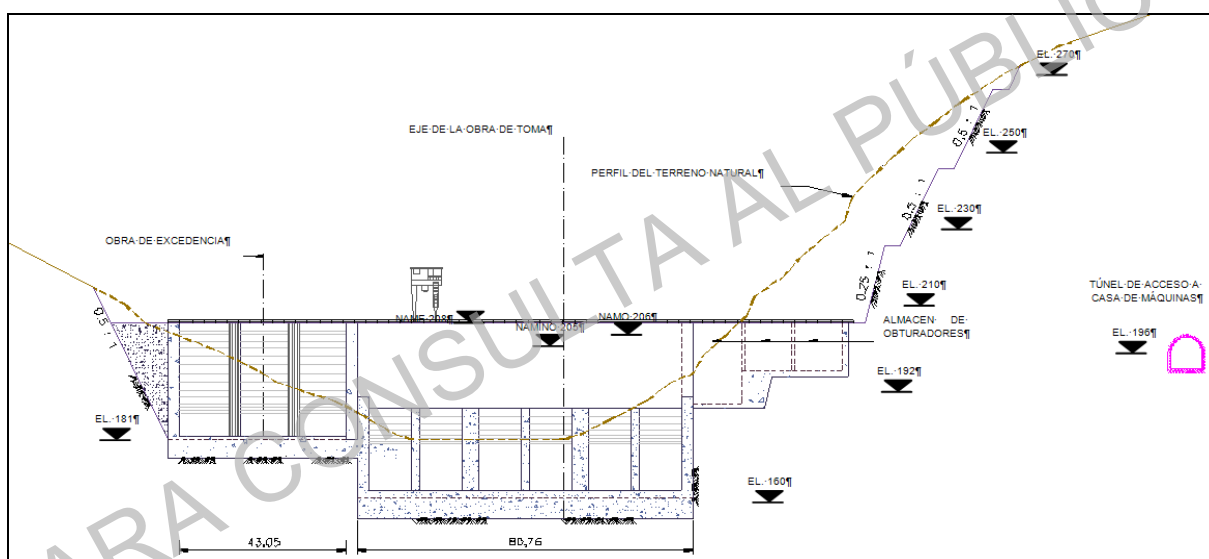


Figura 2.10 Corte esquemático de obras de contención y excedencias

El canal de llamada está limitado por muros de concreto armado para encauzar el agua a las tomas, principia el revestimiento con una losa de concreto en la elevación 180,00 y 5,00 m de longitud, continua con un talud de 1,5:1, hasta la elevación 167,00 que corresponde al nivel de la plantilla en la estructura colectora de la obra de toma (NOT); manteniéndose horizontal en una longitud de 14,70 m donde se localiza la estructura de rejillas con dimensiones 10,95 m x 19,60 m para cada vano.

La estructura de control inicia en la elevación 167,00 y termina en la corona de la cortina en la elevación 210,00; es de concreto armado, con el paramento de aguas arriba vertical. Cada unidad está equipada con dos compuertas de aguja de 10,95 x 13,00 m cada una.

La casa de máquinas está diseñada para alojar tres unidades turbogeneradoras tipo Kaplan con potencia de diseño de 76,14 MW cada una, la capacidad instalable en generadores es de 225 MW. El gasto de diseño para cada turbina es de 497,87 m<sup>3</sup>/s y el total de la planta es de

1 493,60 m<sup>3</sup>/s. Las dimensiones propuestas para la casa de máquinas son: 124,50 m de longitud, ancho de 22,50 m y altura de 59,50 m.

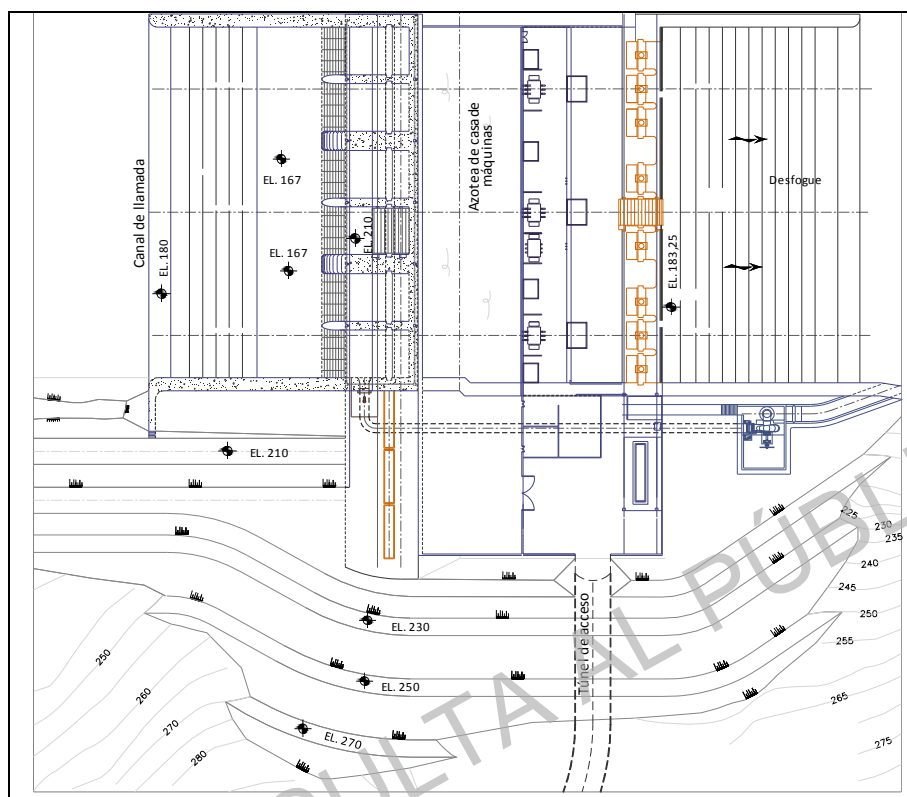


Figura 2.11 Planta de la obra de generación

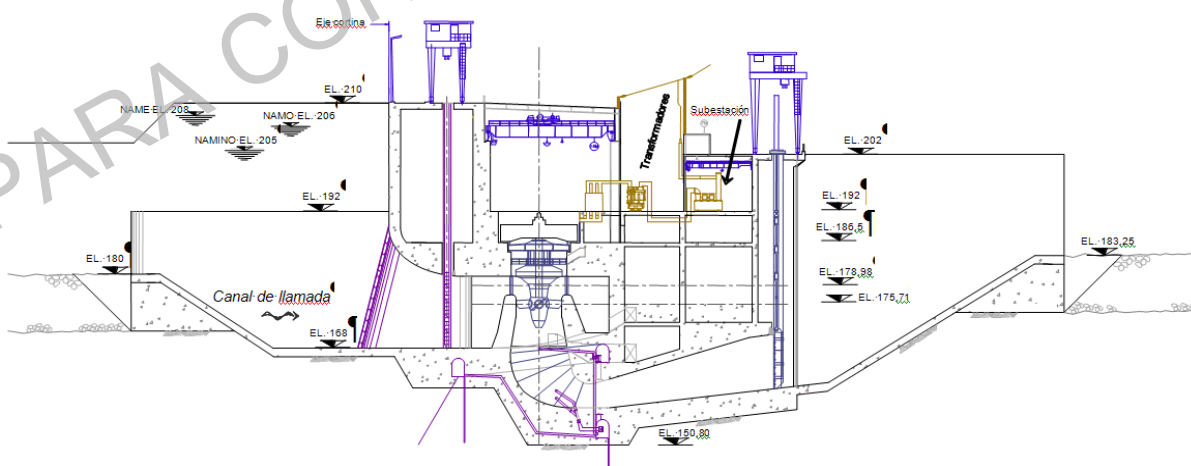


Figura 2.12 Perfil por el eje de la obra de generación

### B. Galería y lumbreras

Para el drenaje e inyección de la zona de casa de máquinas y desvío-vertedor, se requiere de dos lumbreras de 3,2 m de diámetro y 48 m de altura, una sobre cada margen del río a la



elevación 210 m; a través de las lumbreras se accede a las galerías de 3,20 m de altura por 2,20 m de ancho m y longitud total de 255 m para realizar el drenaje y la inyección.

### **C.** *Toma ecológica y miniturbina*

Debido a que existen alrededor de 10 km de un tramo del río Grijalva (entre el desfogue del P. H. Chicoasén II y la cola del embalse de la Presa Netzahualcoyotl o Malpaso) que mantiene diversas especies, se propone como medida de mitigación para la conservación de las mismas el liberar un caudal ecológico las 24 horas del día durante todo el año, aun en las horas que operará la Central Hidroeléctrica

Para ello se propone instalar una miniturbina que genere energía eléctrica aprovechando dicho caudal, la casa de máquinas se localizará en la zona de boquilla, sobre la margen derecha del río Grijalva y su toma está ubicada sobre la cortina. La toma para el caudal ecológico es tipo lumbrera, adosada en el interior de la cortina, y está diseñada para un caudal de 6,50 m<sup>3</sup>/s y un máximo de 9 m<sup>3</sup>/s, con el umbral a la elevación 198,70 m, consta de una compuerta deslizante de 2,10 m de ancho por 2,10 m de alto. La longitud de la tubería de presión es de 90 m y su diámetro de 2,10 m.

La casa de máquinas para turbinar el caudal ecológico será de tipo exterior de 10 m de ancho por 15 m de largo, alojará una turbina Axial diseñada para un gasto constante de 6,50 m<sup>3</sup>/s, la carga bruta de diseño es 18 m, la potencia en el generador de 1 MW y generación media anual será de 8,8 GWh, esta turbina pasará a ser propiedad del Gobierno del Estado de Chiapas, como una medida, que por sus características es pionera en el país y que será implementada por CFE para compartir beneficios con las poblaciones de alta marginación en el Estado.

### **D.** *Subestación eléctrica*

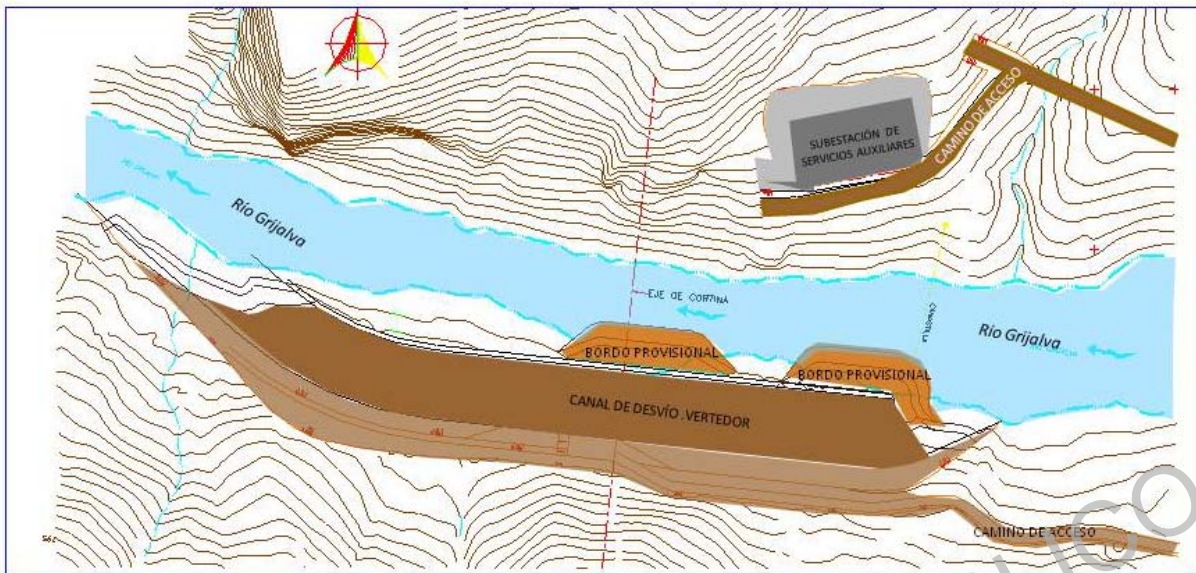
La subestación eléctrica elevadora de potencia será de tipo encapsulada en SF<sub>6</sub>, a 230 kV de tensión, se ubica aguas abajo de la casa de máquinas sobre la losa de techo del tubo difusor, ocupa un área aproximada de 27,50 x 11,50 m a la elevación 191,00 m. La Subdirección de Programación considera la construcción de la subestación Chicoasén II con cuatro alimentadores de 115 kV, de los cuales dos son para entroncar la línea de 115 kV Manuel Moreno Torres-Ocozocuatla y dos para entroncar la línea de 115 kV Manuel Moreno Torres-Tuxtla Sur.

#### **2.3.4.5. Etapas del proceso constructivo**

Se presenta a continuación en forma breve y esquemática las seis etapas que integran el proceso constructivo que tendrá el proyecto Chicoasén II:

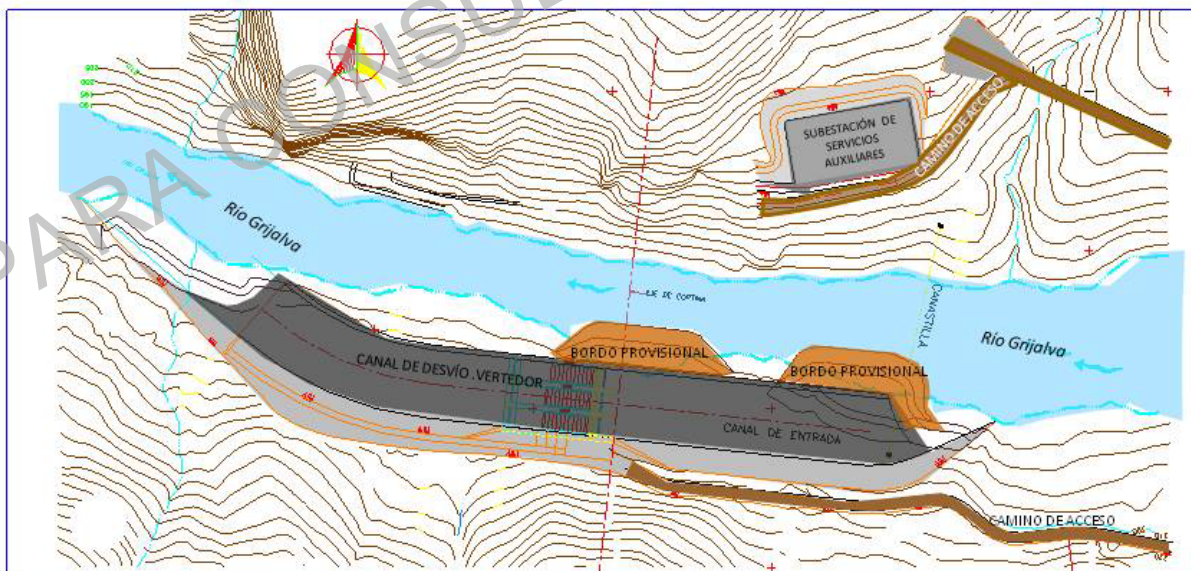
##### **Primera etapa:**

- Excavación del recinto para alojar la obra de desvío-vertedor en la margen izquierda del río.
- La estanqueidad se logra mediante ataguías naturales a la entrada y salida del canal, además de construir dos bordos provisionales sobre la margen izquierda del canal.



**Segunda etapa:**

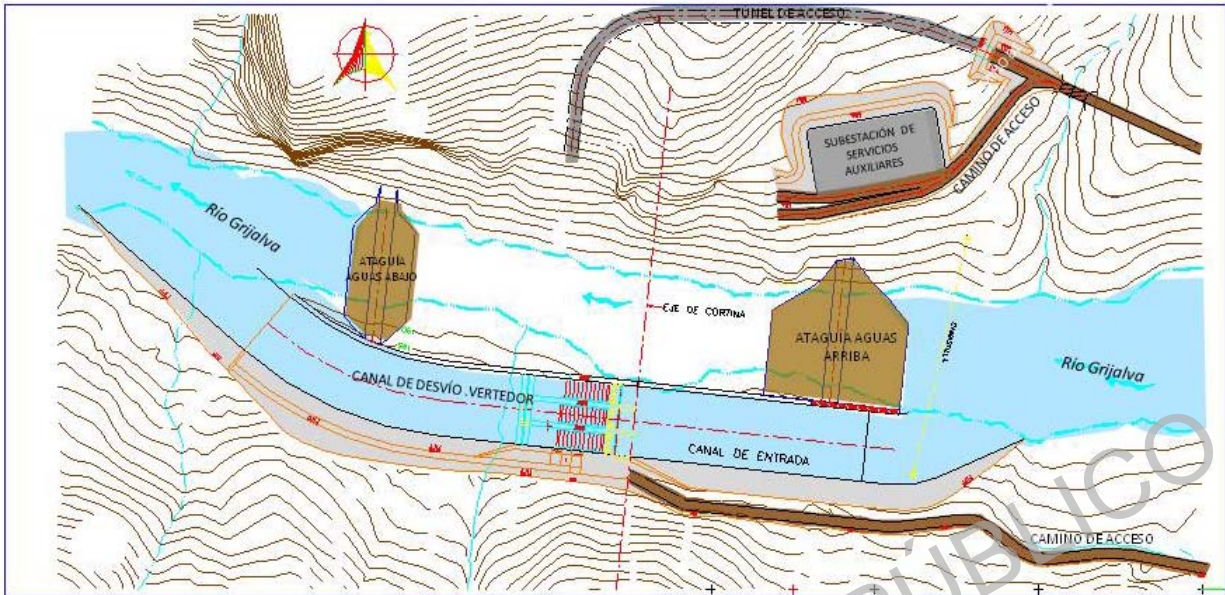
- Colocación de concretos en las estructuras de desvío-vertedor, formado por un canal de tres vanos de 12,35 m de ancho cada uno.
- Montaje de equipo electromecánico (colocación de compuertas).
- Inicio de excavación de acceso al túnel hacia la bahía de montaje por margen derecha.



**Tercera etapa:**

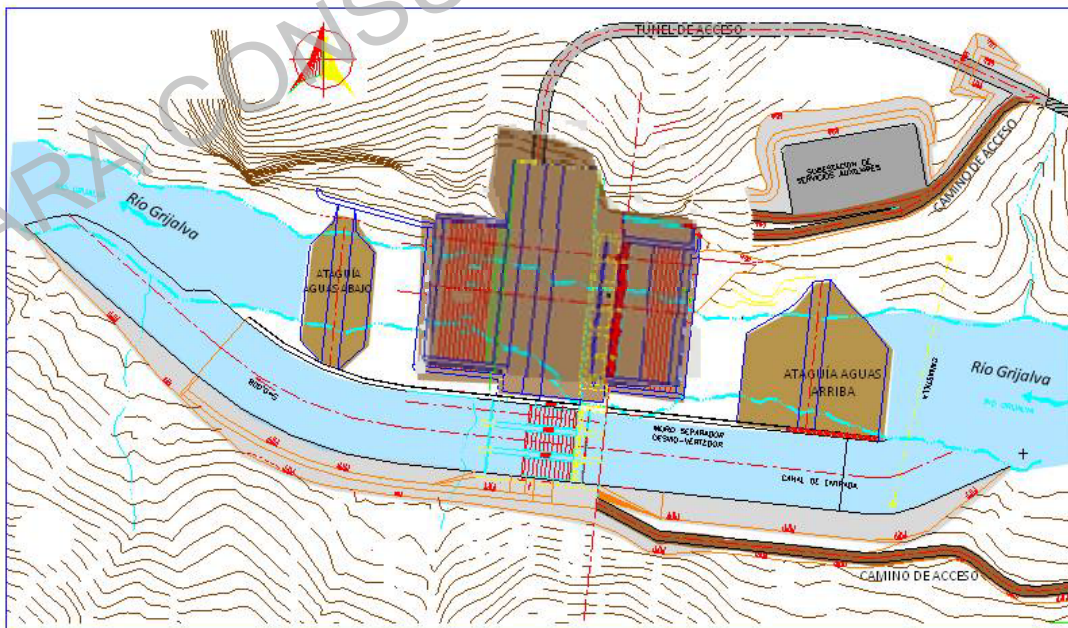
- Remoción de las ataguías naturales y bordos provisionales del canal.
- Construcción de las ataguías de materiales térreos, sobre el cauce del río.
- Puesta en servicio de la obra del vertedor trabajando como desvío.

- Excavación del túnel de acceso hacia la bahía de montaje.



**Cuarta etapa:**

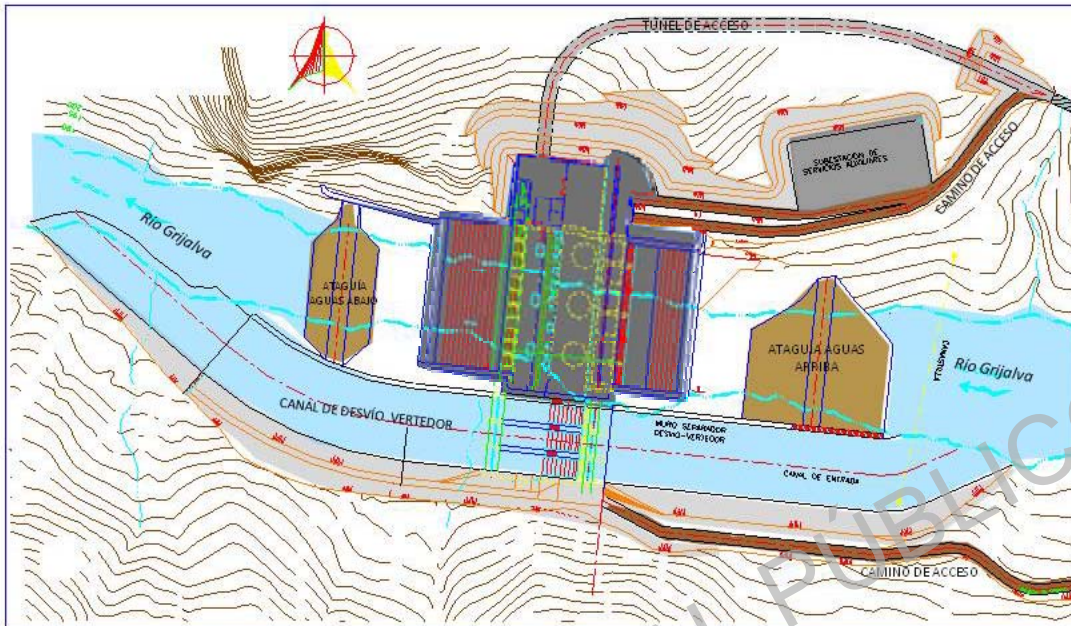
- Se realizan las excavaciones necesarias en la margen derecha del y cauce del río para alojar la cortina, casa de máquinas y desfogue.
- Terminación del túnel de acceso hacia la bahía de montaje.



**Quinta etapa:**

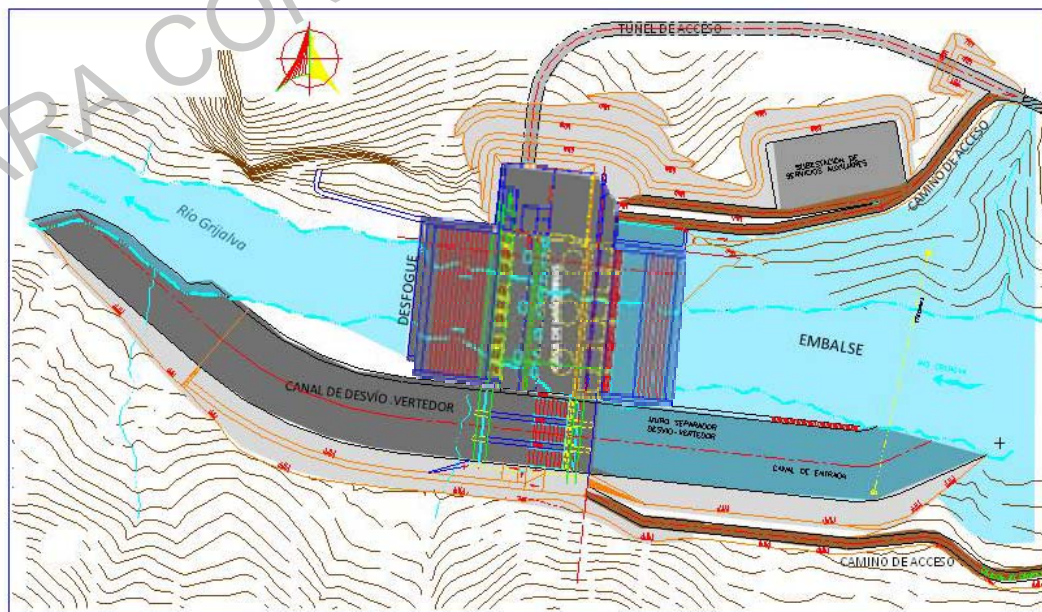
- Construcción de la casa de máquinas, incluye la bahía de montaje y la subestación.

- Instalar en la casa de máquinas y subestación el equipo necesario para su funcionamiento.



**Sexta etapa:**

- Remoción de las ataguías del cauce del río para la puesta en servicio de la obra de generación.
- Proyecto terminado e inicio de operación comercial.



El siguiente diagrama de flujo muestra todo el proceso constructivo requerido para el proyecto:

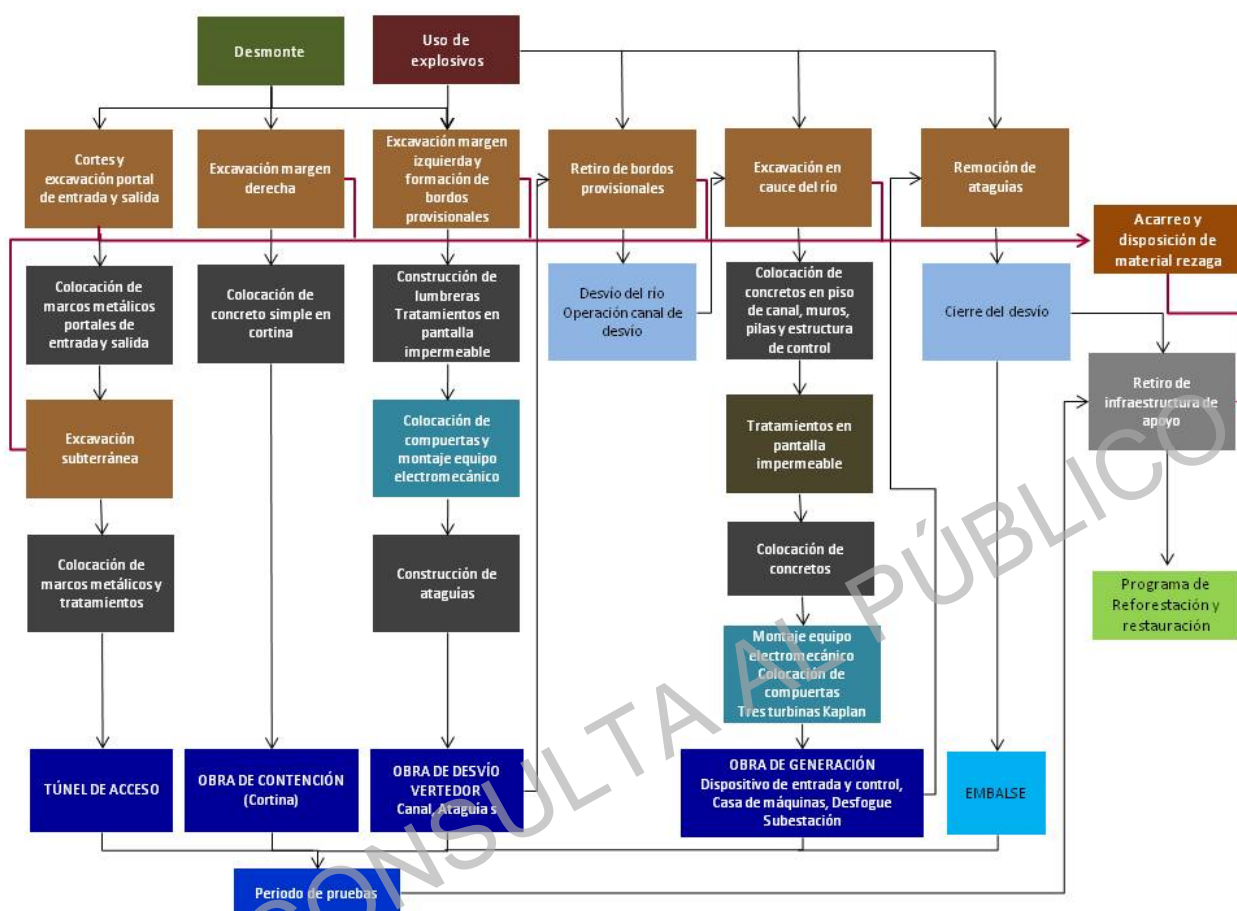


Figura 2.13 Diagrama de flujo del proceso constructivo del PH Chicoasén II

### 2.3.5. Operación y mantenimiento

El tiempo de operación diaria de las centrales hidroeléctricas se establece en función de la demanda de energía del Sistema Eléctrico Nacional.

Debido a la pequeña capacidad del embalse de la futura Central Hidroeléctrica Chicoasén II, su operación estará regida directamente en función de la operación de la Central Hidroeléctrica Chicoasén ya que los escurrimientos de entrada al embalse del proyecto son las descargas turbinadas en la C. H. Ing. Manuel Moreno Torres y se tendrá que turbinar ese mismo volumen en ese mismo momento. De igual manera la operación de los vertedores de excedencias estarán coordinados para operar de manera simultánea.

#### 2.3.5.1. Funcionamiento del embalse

**Nivel de aguas máximo de operación (NAMO).**- Se definió a la elevación 206 m, considerando que no se inunde el desfogue de la C.H. Chicoasén, y que el embalse no afecte el poblado de Chicoasén.



**Nivel de aguas mínimas de operación (NAMINO).**- Con objeto de disminuir al máximo el nivel de variación del agua, el NAMINO se definió a la elevación 205,00 m. El nivel del agua en el embalse fluctuará entre estos dos niveles a lo largo del día.

De acuerdo al funcionamiento histórico de la CH Chicoasén se espera que el P.H. Chicoasén II opere en promedio 16 horas diarias al mismo tiempo que la Central actual. Por lo anterior el tiempo máximo de retención del agua en el vaso será de ocho horas. Los volúmenes turbinados y la generación de energía mensual y anual se observa en la siguiente Tabla 2.6.

Mes	Extracción Mm <sup>3</sup>			Energía GWh		
	Firme	Secundaria	Total	Firme	Secundaria	Total
Enero	851,54	0,38	851,92	44,84	0,00	44,84
Febrero	782,84	0,00	782,84	41,17	0,00	41,17
Marzo	943,75	0,00	943,75	49,21	0,00	49,21
Abril	915,84	0,00	915,84	47,87	0,00	47,87
Mayo	1 013,95	0,00	1 013,95	52,66	0,00	52,66
Junio	923,55	0,00	923,55	48,16	0,00	48,16
Julio	811,74	0,00	811,74	42,86	0,00	42,86
Agosto	838,16	0,00	838,16	44,22	0,00	44,22
Septiembre	981,32	0,00	981,32	50,58	0,00	50,58
Octubre	1 028,88	0,00	1 028,88	52,95	0,00	52,95
Noviembre	993,64	0,00	993,64	51,44	0,00	51,44
Diciembre	856,33	0,00	856,33	45,16	0,21	45,36
Anual	10 941,54	0,38	10 941,92	571,13	0,21	571,34

Tabla 2.6 Programa de operación de la futura Central Hidroeléctrica

### 2.3.5.2. Programa de mantenimiento

#### A. Periodicidad del mantenimiento general

La periodicidad del mantenimiento de las centrales hidroeléctricas se establece en función del tipo de mantenimiento que se requiera. Para el mantenimiento se manejan tres niveles.

**Mantenimiento preventivo.-** Es una actividad que de manera rutinaria se efectúa todos los días y consiste en la verificación de los equipos. Durante esta actividad no se requiere detener las unidades.

**Mantenimiento menor.-** Es una actividad que se realiza anualmente y tiene una duración aproximada total de 36 días (2 semanas por unidad). Las actividades principales son inspecciones de las turbinas y equipo de enfriamiento.

**Mantenimiento mayor.-** Se realiza cada 5 años, con duración aproximada de 4 semanas por unidad. En este caso se hacen reparaciones de tuberías y reacondicionamiento de equipos.

**Tipo de reparaciones.-** En el mantenimiento preventivo se realiza la limpieza de filtros, lubricación de micros, verificación de parámetros de operación y calidad de aceite, purgas de tanques y acumuladores de aire, entre otros.

En el mantenimiento menor las actividades son: inspección general de turbina, chumaceras, sistema de frenado, pruebas sintomáticas en registro de velocidad y tensión; limpieza de sistema de enfriamiento en turbina y generador; pruebas de aislamiento a motores y generador.

El mantenimiento mayor se caracteriza por la reparación de tuberías de aspiración, rodete, placas de desgaste, chumaceras, antedistribuidor, enfriadores de aire del generador, aplicación de pintura anticorrosiva en carcasa y tuberías, reacuñado del generador y sustitución de componentes en mal estado.

**Equipo utilizado.-** El equipo empleado en el mantenimiento depende de la actividad que se realice; así, podrá emplearse desde herramienta menor hasta equipo pesado. Entre los elementos más empleados se encuentran grúas viajeras, soldaduras, equipos neumáticos, equipos de medición y pruebas, entre otros.

**Material empleado.-** Los materiales que más comúnmente se emplean son las estopas, piedras de esmeril, cardas, soldadura, lija, tornillería, pintura anticorrosiva, aceites, solventes, barniz aislante.

### **2.3.6. Desmantelamiento y abandono de instalaciones**

Actualmente no existen prácticas para el desmantelamiento de presas, a excepción de lo correspondiente al equipo electromecánico una vez concluida su vida útil, pero dado que este puede llevar hasta un período de 100 años no se establecen características o acciones consideradas para el abandono de sitio.

En relación a los espacios de ocupación temporal, una vez concluida la construcción serán incluidas en el Programa de Reforestación y Restauración de Áreas de Ocupación Temporal (Capítulo 6).

### **2.3.7. Requerimientos de personal**

La construcción del P. H. Chicoasén II se planeó para realizarse en 42 meses, tiempo en el que se requerirá en su etapa máxima de 2 016 personas como personal de construcción, supervisión, vigilancia y administrativos. Los requerimientos de mano de obra calificada y no calificada por tipo de obra se resumen en la siguiente Tabla 2.7

La distribución de los horarios de trabajo para los frentes de Infraestructura se pretende utilizar 2 turnos de 8 horas de las 7:00 a las 15:00 y de las 15:00 a las 23:00 de lunes a sábado.

Referente a la construcción de la Obra Civil, se establece en 2 turnos de 12 horas cada uno, por lo que se requiere laborar las 24 horas de lunes a sábado.

Etapa	Tipo de mano de obra	Tipo de empleo			Disponibilidad regional	Disponibilidad ad foránea
		Permanente	Temporal	Extraordinario		
Preparación del sitio	No calificada	0	70	10	56	24
	Calificada	10	20	5	18	17
Construcción	No calificada	0	1 400	25	990	435
	Calificada	25	430	5	270	190
Operación y mantenimiento	No calificada	0	5	0	5	0
	Calificada	11	0	0	7	4
	<b>SUMA</b>	<b>46</b>	<b>1 925</b>	<b>45</b>	<b>1 346</b>	<b>670</b>

Tabla 2.7 Mano de obra a emplear en cada una de las etapas del proyecto

### 2.3.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos

#### 2.3.8.1. Residuos sólidos urbanos

A partir de la experiencia adquirida en la construcción de los proyectos hidroeléctricos El Cajón y La Yesca, se estimó el volumen de residuos sólidos urbanos que se generarán durante la construcción del proyecto hidroeléctrico Chicoasén II. De esta manera considerando una generación per cápita de 1,8 kg por día, se estima una generación máxima de 3,6 toneladas diarias en el tiempo de ocupación máxima de personal en la obra, sin embargo, esta cantidad será inferior al inicio del orden de los 135 kg/día y al finalizar en el último año se espera una generación de 372 kg/día.

Debido a que en la región no se cuenta con infraestructura para la disposición adecuada de este tipo de residuos, se proyecta la construcción de un relleno sanitario. El diseño del proyecto ejecutivo, permisos y autorizaciones en materia ambiental para su construcción serán responsabilidad de la empresa contratista ganadora de la licitación.

Por otra parte la selección del sitio, diseño, construcción y operación deberán cumplir con las especificaciones establecidas en las normas oficiales mexicanas NOM-083-SEMARNAT-1996 y NOM-084-SEMARNAT-1994.

#### 2.3.8.2. Residuos peligrosos

De la misma manera que para los residuos urbanos, la generación de residuos peligrosos en el PH Chicoasén II se calculó en base a lo reportado para el PH La Yesca, por lo que se estima una generación máxima del orden de 5,4 toneladas al año. Los diferentes tipos de residuos y las cantidades esperadas se resumen en la Tabla 2.8



Tipo de residuo	Características CRETIB	Cantidad (kg)	Cantidad
Aceites usados	Inflamable	2 030	31 049 litros
Baterías usadas	Tóxico, Corrosivo	815	241 piezas
Filtros usados	Tóxico	2 255	12 705 piezas
Lámparas fluorescentes	Tóxico	25	795 piezas
Sellador acrílico	Tóxico	30	
Tambos vacíos	Tóxico	50	
Otros		200	
Total		5 405	

Tabla 2.8 Residuos peligrosos y sus características

Estos residuos serán adecuadamente separados desde su origen y de acuerdo a sus características de compatibilidad, almacenados de manera temporal en el sitio seleccionado para su posterior gestión.

Para el transporte y disposición final de los mismos se contratará a una empresa autorizada en el ramo.

Las acciones establecidas para su manejo se describen con mayor detalle en el Programa de Manejo Integral de Residuos del Plan de Manejo Ambiental (Capítulo 6).

### 2.3.8.3. Residuos de manejo especial

En esta clasificación de acuerdo a la ley en la materia se identifican aquello que por sus características no son considerados como peligrosos, entre otros los que se generaran por las actividades del proyecto son: llantas, metal, madera, rocas y material de excavación, los cuales inicialmente serán adecuadamente valorizados para su reutilización en la misma obra o bien para su venta a empresas que los reutilicen.

#### A. Residuos de excavación

De acuerdo a las características del material geológico a excavar en las obras, este podrá ser utilizado en los procesos constructivos como son revestimiento de caminos, formación de ataguías y fabricación de concretos. El material rezaga que no sea útil (desperdicio) será dispuesto en el sitio propuesto (Plano 2.1 hoja 1 de 2) ubicado en el área de inundación del futuro embalse. La Tabla 2.9 resume los volúmenes estimados.

Obra	Volumen m <sup>3</sup>	Método de acarreo	Sitio para depósito
Caminos de acceso	69 255	Camiones fuera de carretera	Bancos de depósito ubicados en el área de inundación del embalse
Oficinas, talleres, almacenes, campamentos etc.	16 170		
Túnel de acceso	28 865		
Desvío-vertedor	97 495		
Cortina	2 020		
Casa de máquinas	556 943		
Desfogue	87 279		
Total	950 157		

Tabla 2.9 Cantidades estimadas de material de excavación en las obras del PH Chicoasén II

#### 2.3.8.4. Aguas residuales

Se generarán aguas residuales municipales e industriales. Las primeras provendrán de las áreas de oficinas, campamentos, comedores, unidades deportivas, etc. y las industriales se producirán principalmente en talleres de mantenimiento.

Considerando una ocupación máxima de 2 016 trabajadores y una generación de 120 litros por día por trabajador, entonces la generación máxima por día será de 242 m<sup>3</sup>.

Las aguas residuales de tipo municipal serán tratadas antes de descargarse al cuerpo receptor y se solicitará a la Comisión Nacional del Agua que establezca las condiciones particulares de descarga. Para el tratamiento de este tipo de agua se construirá un conjunto de sistemas de tratamiento, los cuales se desarrollarán considerando las expectativas de crecimiento de la población (ver Programa de Manejo de Aguas Residuales del Plan de Manejo Ambiental Capítulo 6).

Las aguas residuales de tipo industrial se originarán en las trituradoras y en los talleres de servicio de la maquinaria y vehículos. En el primer caso, las trituradoras utilizarán agua cruda para lavar el material pétreo que se procesa en este equipo. La limpieza de las gravas es indispensable para la construcción; por esta razón la característica del agua residual es el incremento de partículas inorgánicas suspendidas. En el caso de los talleres, se generarán aguas contaminadas con lubricantes por la limpieza de la maquinaria y el lavado del piso de los patios de servicio. Para evitar la descarga directa de este tipo de agua se construirán trampas de grasas y aceites (ver Programa de Manejo de Aguas Residuales del Plan de Manejo Ambiental Capítulo 6).

*PROYECTO HIDROELÉCTRICO CHICOASÉN II*

# CAPÍTULO III

*VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS  
APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU  
CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO*



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS

**CFE** *Una empresa  
de clase mundial*

## CONTENIDO

3.	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.....	4
3.1.	Instrumentos de planeación .....	4
3.1.1.	Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2012.....	4
3.1.2.	Programa Sectorial de Energía 2007 – 2012 .....	5
3.1.3.	Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2011-2025 .....	6
3.2.	Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados .....	6
3.3.	Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas .....	6
3.3.1.	Programa de áreas naturales protegidas .....	6
3.4.	Programa de Regiones Prioritarias para la conservación de la biodiversidad .....	8
3.4.1.	Área de Importancia para la Conservación de las Aves.....	8
3.4.2.	Regiones Terrestres Prioritarias.....	8
3.4.3.	Regiones Hidrológicas Prioritarias .....	8
3.5.	Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales .....	12
3.5.1.	Programa Estatal de Desarrollo 2007 – 2012, Chiapas .....	12
3.5.2.	Planes Municipales de Desarrollo .....	13
3.5.3.	Planes y Programas de Desarrollo Urbano .....	15
3.6.	Análisis de Instrumentos Normativos .....	15
3.6.1.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental .....	15
3.6.2.	Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento .....	16
3.6.3.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su Reglamento .	17
3.6.4.	Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento .....	19
3.6.5.	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.....	20
3.6.6.	Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas y su Reglamento.....	20

3.7. Normas Oficiales Mexicanas ..... 21

    3.7.1. Agua ..... 21

    3.7.2. Aire ..... 21

    3.7.3. Residuos Peligrosos ..... 22

    3.7.4. Ruido ..... 23

    3.7.5. Recursos Naturales ..... 23

3.8. Bandos y reglamentos municipales..... 24

3.9. Calendarios Cinegéticos ..... 24

3.10. Decretos, programas y/o acuerdos de vedas forestales. .... 25

3.11. Referencias ..... 25

**CONTENIDO TABLAS**

Tabla 3.2 Calendario cinegético 2010 - 2011 especies de aves ..... 24

Tabla 3.3 Calendario cinegético 2010 - 2011 para especies de mamíferos..... 24

**CONTENIDO FIGURAS**

Figura 3.1 Localización del Parque Nacional Cañón del Sumidero con respecto al PH Chicoasén II 7

Figura 3.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves relacionadas al PH Chicoasén II 9

Figura 3.3 Región Terrestre Prioritaria La Chacona-Cañón del Sumidero ..... 10

Figura 3.4 Región Hidrológica Prioritaria Malpaso-Pichucalco relacionada con el PH Chicoasén II 11

### 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO

#### 3.1. INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN

##### 3.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2012

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) establece los objetivos y estrategias nacionales que son la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que emanan de éste." Está conformado por cinco ejes de política pública, y son:

1. Estado de Derecho y Seguridad
2. Economía competitiva y generadora de empleos
3. Igualdad de oportunidades
4. Sustentabilidad ambiental
5. Democracia efectiva y política exterior responsable

El proyecto, se vincula con los Ejes Rectores 2 y 4. El Eje de Acción 2 plantea lograr una economía nacional competitiva, productiva, eficiente y generadora de empleos. Uno de los aspectos principales para lograrlo es el tema 2.11 Infraestructura para el Desarrollo y específicamente para el sector Energía: Electricidad e Hidrocarburos y uno de los objetivos que se propone es el Objetivo 15: Asegurar un suministro confiable, de calidad y a precios competitivos de los insumos energéticos que demandan los consumidores.

La estrategia con la que se logrará el objetivo 15 y se vinculan con el proyecto son:

- *Estrategia 15.12. Diversificar las fuentes primarias de generación. Este objetivo se relaciona con el eje central de la política pública de México como es el desarrollo sustentable y para ello se propone impulsar el uso eficiente de la energía, así como el uso de tecnologías que permitan disminuir el impacto ambiental generado por los combustibles fósiles tradicionales.*

El proyecto también se engloba en el Eje 4: Sustentabilidad Ambiental y específicamente en el tema 4.6 que se refiere al Cambio Climático. El Objetivo 10 para cumplir con este eje es Reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). La estrategia que se vincula al presente proyecto es la Estrategia 10.1: Impulsar la eficiencia y tecnologías limpias (incluyendo la energía renovable) para la generación de energía.

Un tema central en esta tarea es la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en sectores estratégicos en los que existen co-beneficios muy importantes como la eficiencia energética, la competitividad industrial, la seguridad y el cuidado al medio ambiente. Uno de los sectores estratégicos es la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables (eólica, biomasa, hidráulica y solar).

Considerando lo antes dicho, se encuentra que el proyecto forma parte de una estrategia de producción de energía sin la generación de gases de invernadero –que provocan el cambio climático-, en tanto que la central hidroeléctrica utiliza fuentes renovables de energía con el objetivo de diversificar las fuentes primarias y fortalecer la seguridad energética y al mismo tiempo contribuirá con el cuidado del medio ambiente.

El proyecto contribuirá a impulsar el uso eficiente de la energía, así como la utilización de tecnologías que permitan disminuir el impacto ambiental generado por los combustibles fósiles tradicionales.

De esta forma, se pretende conciliar las necesidades de consumo de energía de la sociedad con el cuidado de los recursos naturales.

### **3.1.2. Programa Sectorial de Energía 2007 – 2012**

El Programa Sectorial de Energía 2007-2012, elaborado con base en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 contiene puntualmente los objetivos sectoriales, metas, estrategias y líneas de acción que se estarán desarrollando en los próximos años.

El Programa descansa fundamentalmente en tres puntos: asegurar el abasto de energéticos que requiere la economía; fortalecer a las empresas públicas del sector para mejorar la oportunidad y calidad en el suministro de los insumos; y, promover intensamente la eficiencia energética y las energías renovables, a fin de disminuir el impacto ambiental que se deriva por la utilización de combustibles fósiles.

Específicamente el proyecto cumple con los siguientes objetivos del sector eléctrico:

- *Objetivo II.2: Equilibrar el portafolio de fuentes primarias de energía.*

*Estrategia II.2.1.- Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el país, mediante la diversificación de tecnologías y fuentes primarias de generación e impulsar especialmente, a través de mecanismos específicos, el uso de fuentes de energía que no aumenten la emisión de gases de efecto invernadero.*

*Una vía para incrementar la seguridad energética consiste en balancear la utilización de fuentes primarias de energía, promoviendo el uso sustentable de los recursos naturales. Para garantizar la estabilidad, calidad y seguridad en el abastecimiento de electricidad se requiere equilibrar el portafolio de generación con distintas tecnologías y fuentes primarias, que incorporen el riesgo por disponibilidad, dependencia sobre importaciones, volatilidad de precios, así como los costos ambientales asociados.*

- *Objetivo III.1: Promover el uso y producción eficientes de la energía.*
- *Objetivo III.2: Fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles.*

Dos de los ejes centrales de las políticas públicas de México son la sustentabilidad ambiental y la economía competitiva y generadora de empleos. En este sentido, el uso eficiente de la energía concilia las necesidades de la sociedad con el cuidado de los recursos naturales.

La eficiencia energética busca ofrecer el mismo servicio con un menor consumo de energía. Es una oportunidad para reducir el gasto en insumos energéticos, aumentar la competitividad del

aparato productivo, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y conservar los recursos energéticos de nuestro país.

- *Objetivo IV.1: Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI).*

La seguridad energética es para México un objetivo central, debido a que nuestro consumo de energéticos depende, principalmente, del petróleo y del gas natural. Por ello, y con el objetivo de reducir los riesgos inherentes al alto consumo de combustibles fósiles, es conveniente que la matriz energética incluya una mayor participación de fuentes renovables.

En ese sentido, el Proyecto Hidroeléctrico Chicoasén II, promueve la eficiencia energética con una generación media anual de 571 GWh y utiliza energías renovables que disminuyen el impacto ambiental que se deriva por la utilización de combustibles fósiles.

### **3.1.3. Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2011-2025**

El Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) es el resultado de estudios coordinados dentro del marco de la planificación integral del sistema eléctrico del país, formulado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y describe toda la infraestructura eléctrica necesaria para los próximos quince años y se actualiza anualmente.

De acuerdo con el POISE, la evolución histórica de 2000 a 2009 presenta el crecimiento de 3,0%, y por el contrario en 2009 la demanda registró un decremento de 0,3 %. Para 2010-2025 se espera una tasa media anual de 3,5%. Para satisfacer la demanda del servicio público para el 2025 se requerirán 37 6551 MW de capacidad adicional; de los cuales 4 397 MW se encuentran en proceso de construcción y 822 MW en licitación. El Proyecto Hidroeléctrico Chicoasén II (referido en el POISE como Copainalá) contribuirá con una capacidad bruta de 240 MW y está programada para iniciar su operación comercial en el 2017, con una generación media anual de 575 GWh.

El proyecto que nos ocupa, se encuentra incluido en el Catálogo de Proyectos Hidroeléctricos para el área oriental de la CFE, cuenta con su respectivo estudio de factibilidad y cumple con los planes de expansión del sistema de generación eléctrica.

## **3.2. PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) DECRETADOS**

De acuerdo a información oficial del Gobierno del Estado de Chiapas, no se tiene decretado ningún ordenamiento del territorio.

## **3.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

### **3.3.1. Programa de áreas naturales protegidas**

El proyecto no incide en ninguna área natural protegida federal ni estatal. El Área Natural Protegida más cercana a la Zona de Influencia Directa delimitada para el P.H. Chicoasén II es el Parque Nacional Cañón del Sumidero y la distancia en línea recta de esta al límite del polígono del ANP es de 900 m (Figura 3.1).



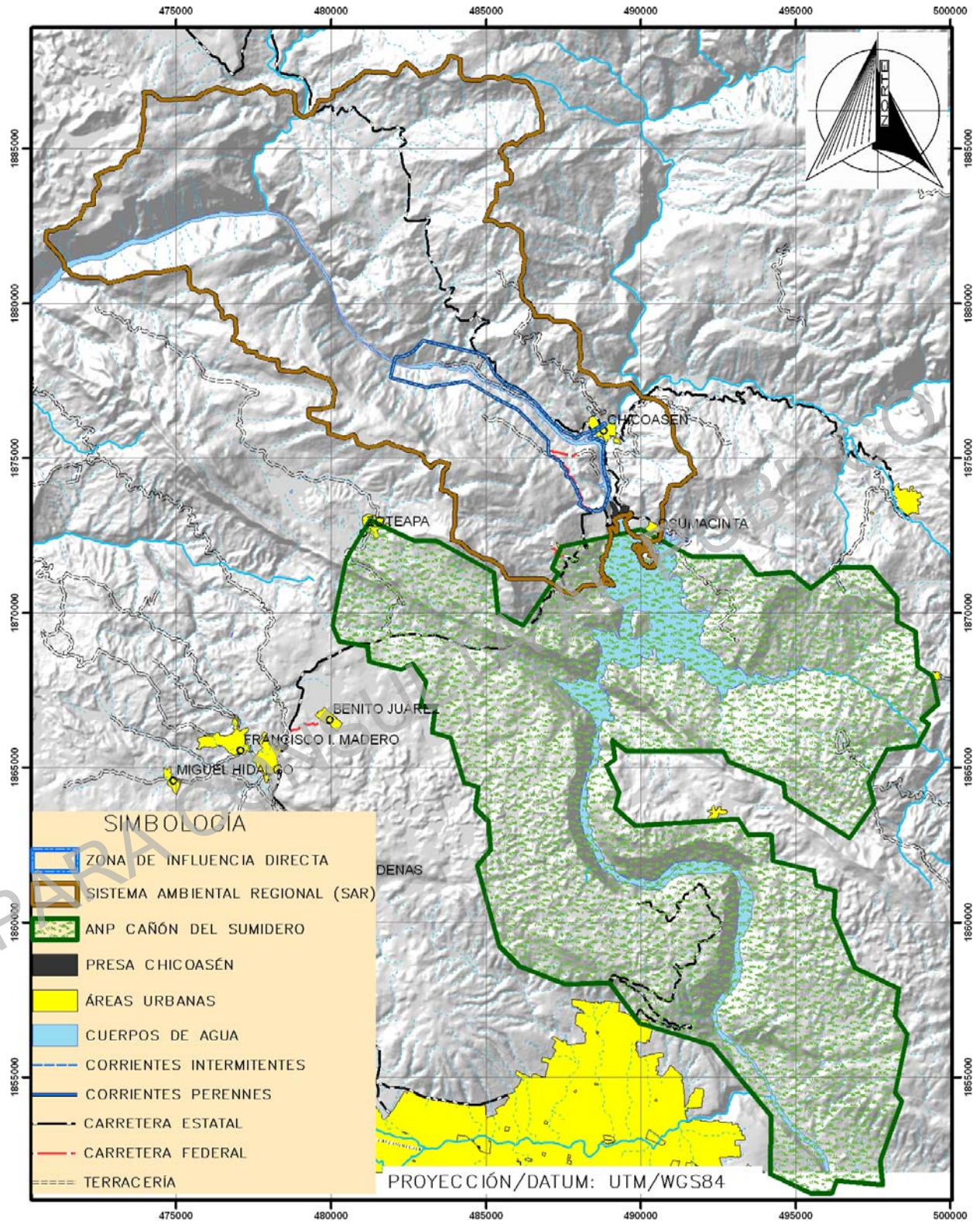


Figura 3.1 Localización del Parque Nacional Cañón del Sumidero con respecto al PH Chicoasén II

### **3.4. PROGRAMA DE REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**

La Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO) en México, ha desarrollado el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, que está orientado a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. La identificación de las regiones prioritarias ha sido el resultado del trabajo conjunto de expertos de la comunidad científica nacional, coordinados por la CONABIO.

Como parte de las regiones prioritarias, se encuentran a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), las Regiones Terrestres e Hidrológicas Prioritarias, que no constituyen áreas naturales protegidas decretadas por alguna autoridad y por tanto, no cuentan con decretos o políticas definidas para su manejo.

#### ***3.4.1. Área de Importancia para la Conservación de las Aves***

El Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) que se encuentran más cercanas al área donde se ubica el proyecto es el Corredor Laguna Bélgica – Sierra Limón – Cañón del Sumidero (Figura 3.2).

#### ***3.4.2. Regiones Terrestres Prioritarias***

La Región Terrestre Prioritaria 141 La Chacona – Cañón del Sumidero tiene una extensión de 589 km<sup>2</sup>, y una parte de su territorio 69,8 km<sup>2</sup> (11 %) coincide con el área del SAR delimitado para el PH Chicoasén II, de la misma manera la Zona de Influencia Directa del proyecto comprende 5,3 km<sup>2</sup> (0,89 %) de la superficie de esta RTP (Arriaga et al 2000) (Figura 3.3)

#### ***3.4.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias***

La Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 85 Malpaso Pichucalco tiene una extensión de 3 739,93 km<sup>2</sup> y una parte de su territorio 130,97 km<sup>2</sup> (3,5 %) coincide con el área del SAR delimitado para el PH Chicoasén II, de la misma manera la Zona de Influencia Directa del proyecto comprende 5,27 km<sup>2</sup> (0,14 %) de la superficie de esta RHP (Arriaga et al 1998) (Figura 3.4).

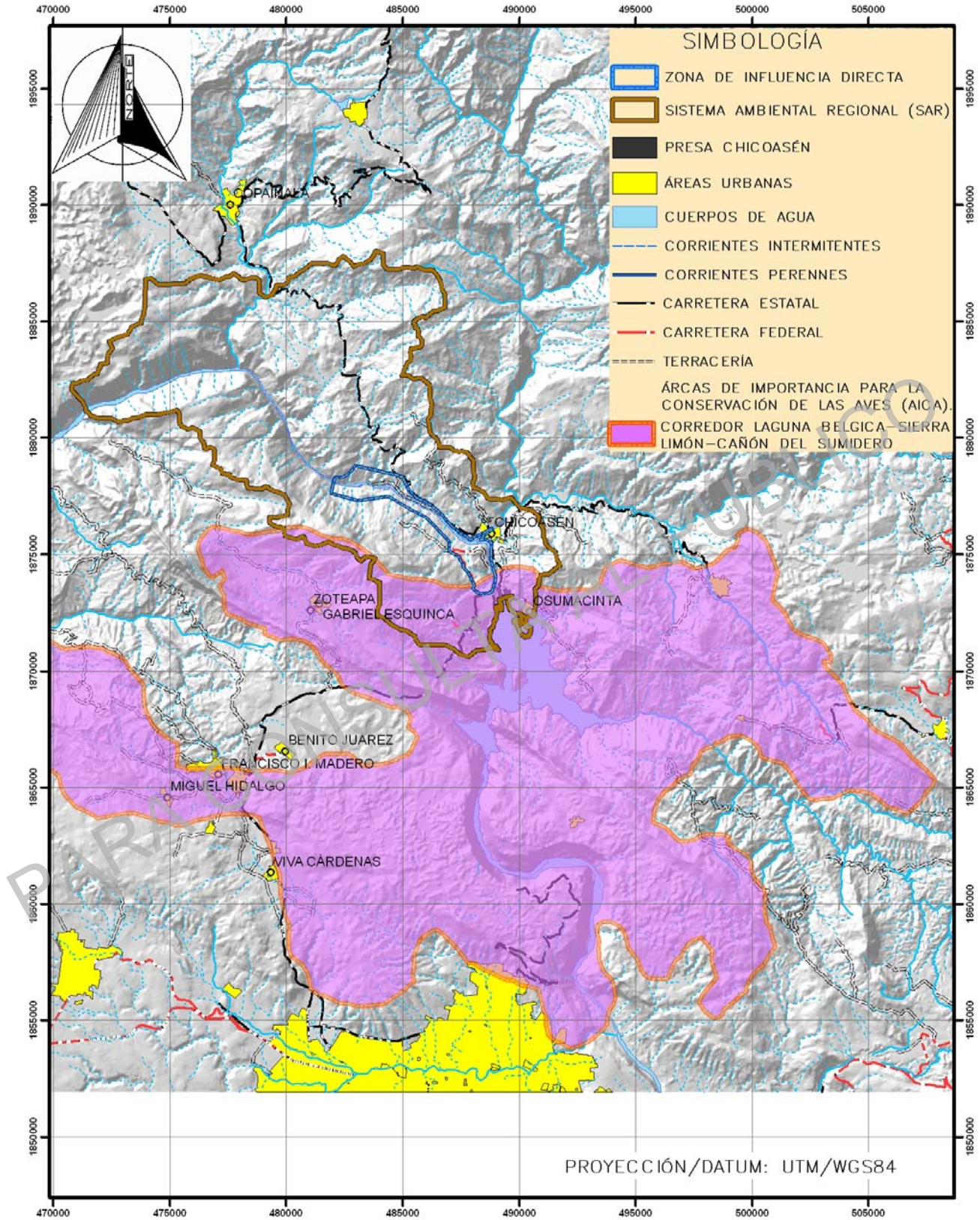


Figura 3.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves relacionadas al PH Chicoasén II

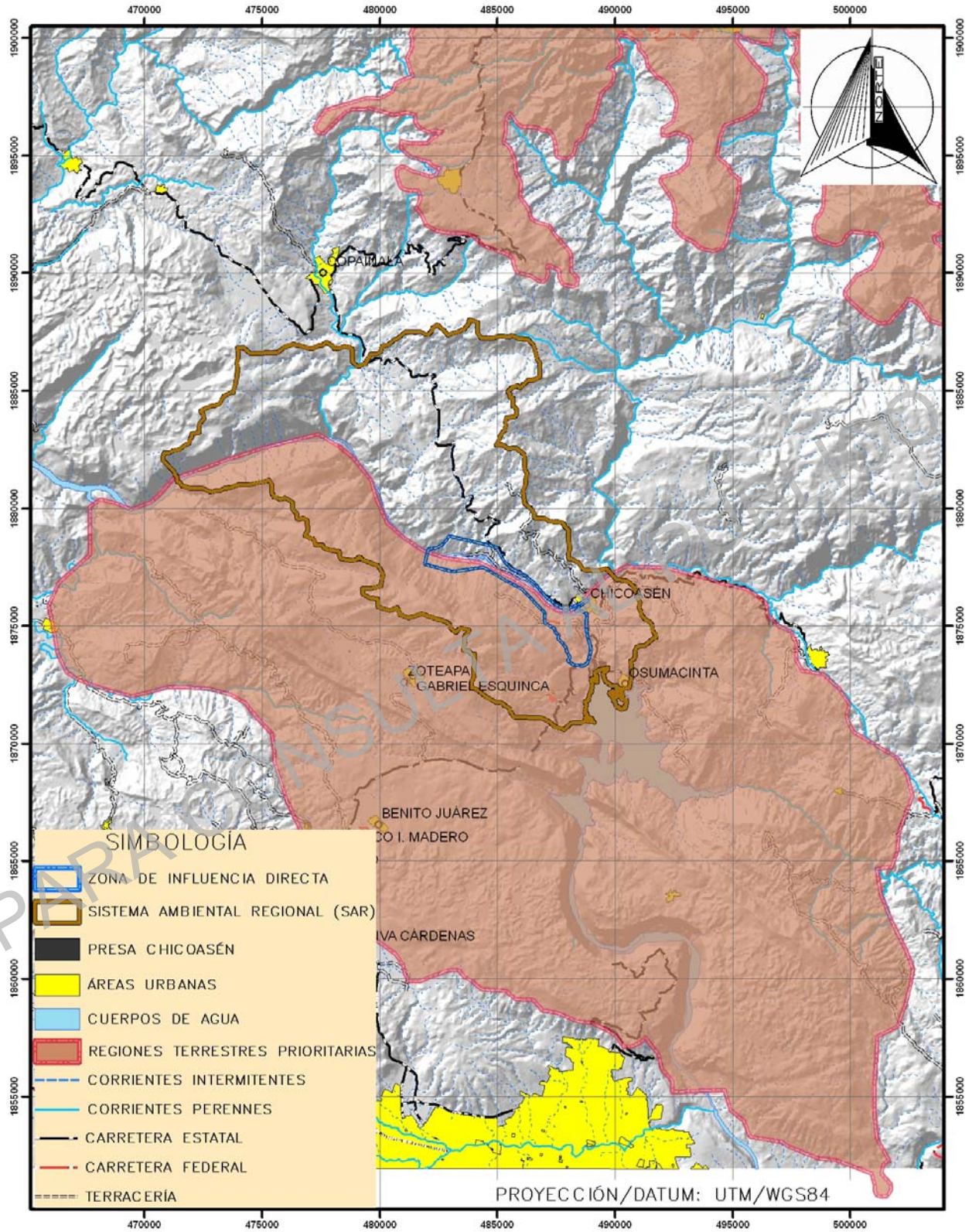


Figura 3.3 Región Terrestre Prioritaria La Chacona-Cañón del Sumidero

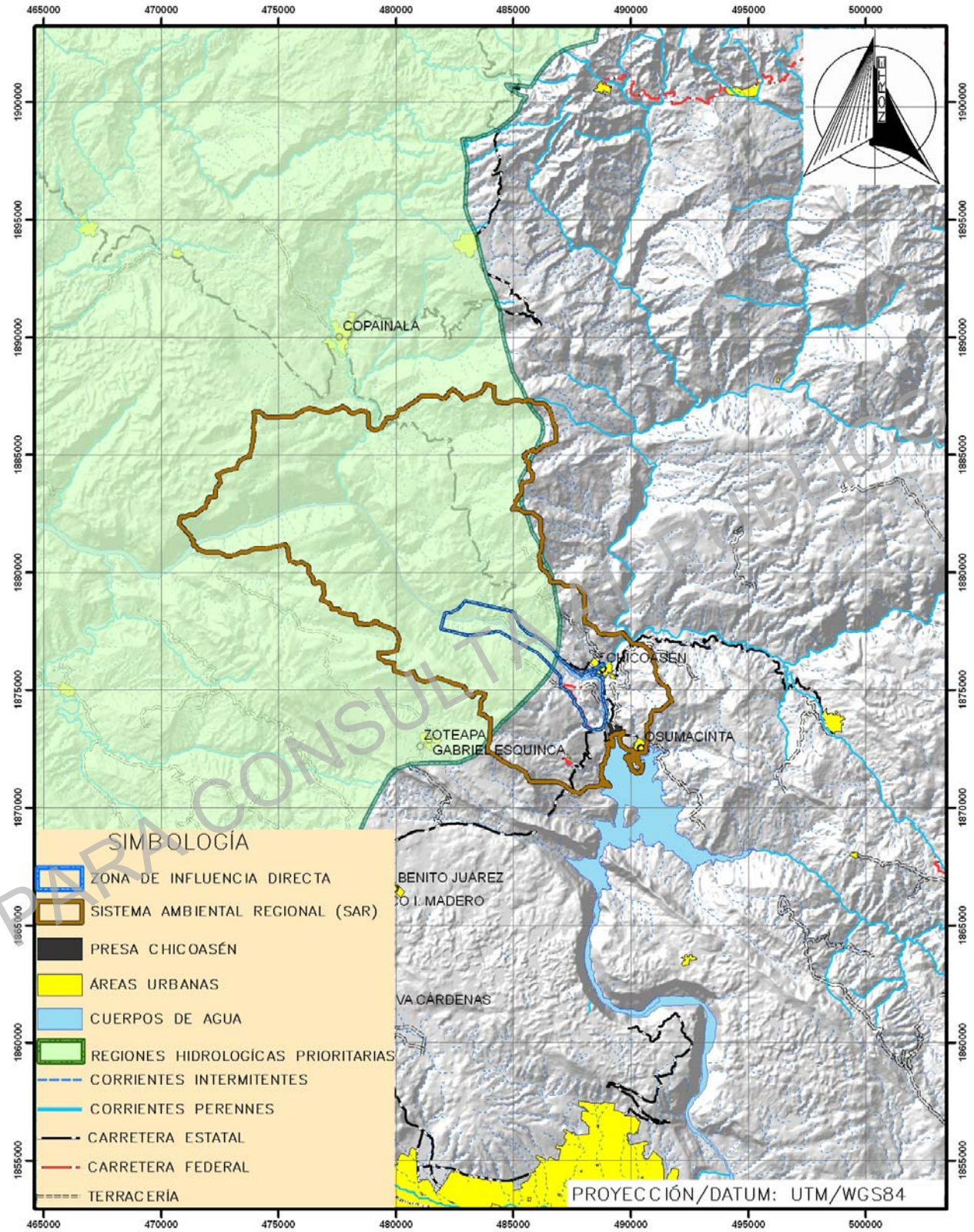


Figura 3.4 Región Hidrológica Prioritaria Malpaso-Pichucalco relacionada con el PH Chicoasén II

### 3.5. PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES, MUNICIPALES

#### 3.5.1. Programa Estatal de Desarrollo 2007 – 2012, Chiapas

El Programa Estatal de Desarrollo 2007-2012, mejor conocido como: “Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012”, es el documento rector del quehacer gubernamental en el escenario estatal en el periodo señalado y se fundamentan cinco ejes:

- Gobierno de Unidad y Promotor de la Democracia Participativa
- Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad
- Chiapas Competitivo y Generador de Oportunidades
- Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable
- Estado de Derecho, Seguridad y Cultura de Paz

Las actividades del proyecto se ajustan a lo establecido en los ejes:

Eje 3 “Chiapas competitivo y generador de oportunidades” se propone en el inciso 3.4.7 Sustentabilidad, lo siguiente: *“Una estrategia fundamental es la incorporación de tecnologías energéticas con recursos renovables, una difusión de tecnologías eficientes en el sector productivo y la restitución de ecosistemas forestales en cuencas donde se ubiquen plantas hidroeléctricas, entre otras acciones de eficiencia energética.”*

También en el acápite 3.4.15 Bionenergéticos y energía alternativa, Objetivo 11: Impulsar el uso de energías alternativas, y como Estrategia 11.1 afirma que se desarrollarán trabajos para la adopción de energías alternativas aprovechando el potencial de energía solar, hidráulica, eólica, marítima entre otras, existentes en la entidad.

Eje 4 “Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable”, inciso 4.2 “Desarrollo Sustentable” subinciso 4.2.2 “Agenda Gris”; objetivo 7 “Prevenir y mitigar los impactos al ambiente provocados por el desarrollo de las obras y actividades públicas y privadas” estrategia 7.2 “Se aplicará la normativa en materia de impacto o riesgo ambiental” para lo cual se establecen las metas:

- Regularizar las descargas de aguas residuales
- Capacitar a los prestadores de servicios y a los generadores de residuos peligrosos
- Regular los establecimientos que contaminan la atmósfera
- Regularizar el manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos
- Atender el requerimiento y cumplimiento de los proyectos en materia de impacto y/o riesgo ambiental

Por lo referido con anterioridad, se considera, que el proyecto es congruente con los objetivos del Plan estatal de Desarrollo de Chiapas, en tanto que, se incorporan tecnologías energéticas con recursos renovables aprovechando el potencial de energía solar e hidráulica de la entidad.

Además tiene previsto desarrollar subprogramas para el manejo de aguas residuales, emisiones a la atmósfera, y manejo de residuos sólidos municipales y peligrosos (Capítulo 6).

### **3.5.2. Planes Municipales de Desarrollo**

Se revisaron los Planes Municipales de Desarrollo correspondientes a los periodos 2008-2010. A partir de enero del 2011 existe una nueva administración de autoridades municipales y a la fecha no se han emitido los planes del periodo 2011-2013.

#### **3.5.2.1. Plan Municipal de Desarrollo de Chicoasén 2008 – 2010**

Este plan se desarrolló a través de cuatro ejes de trabajo:

- Eje Uno: Institucional para un Buen Gobierno
- Eje Dos: Económico Sostenible
- Eje Tres: Social Incluyente
- Eje Cuatro: Ambiental Sustentable

El eje Ambiental sustentable se plantea como objetivos:

- Buscar alternativas en la reducción del uso de la leña en las comunidades rurales del municipio.
- Incrementar la infraestructura sanitaria en las localidades del municipio donde aún existen carencias al respecto.
- Reducir los niveles de contaminación ambiental en el municipio.
- Restaurar la fertilidad de suelos y vegetación en el municipio.

El proyecto en cuestión no se contrapone a los objetivos planteados en el plan de desarrollo, ya que tiene previsto evitar la contaminación ambiental a través del Plan de Manejo Ambiental descrito en el Capítulo 6 (Programas: Control de emisiones a la atmósfera, Manejo Integral de Residuos, Manejo de Aguas Residuales y Conservación de suelos y control de la erosión).

#### **3.5.2.2. Plan Municipal de Desarrollo de Osumacinta 2008 – 2010**

El plan se desarrolló a través de cuatro ejes de trabajo:

- Eje Uno: Institucional para un Buen Gobierno
- Eje Dos: Económico Sostenible
- Eje Tres: Social Incluyente
- Eje Cuatro: Ambiental Sustentable

El eje Ambiental sustentable se plantea como objetivos:

- Buscar alternativas en la reducción del uso de la leña en las comunidades rurales del municipio.
- Incrementar la infraestructura sanitaria en las localidades del municipio donde aún existen carencias al respecto.
- Reducir los niveles de contaminación ambiental en el municipio.

- Restaurar la fertilidad de suelos y vegetación en el municipio.

Este Plan establece los mismos objetivos que el Plan de Chicoasén. El proyecto en cuestión no se contrapone a los objetivos planteados en el plan de desarrollo, ya que tiene previsto evitar la contaminación ambiental a través del Plan de Manejo Ambiental descrito en el Capítulo 6 (Programas: Control de emisiones a la atmósfera, Manejo Integral de Residuos, Manejo de Aguas Residuales y Conservación de suelos y control de la erosión).

### **3.5.2.3. Plan Municipal de Desarrollo de Copainalá 2008 – 2010**

El plan se desarrolló a través de cuatro ejes de trabajo:

- Eje Uno: Institucional para un Buen Gobierno
- Eje Dos: Económico Sostenible
- Eje Tres: Social Incluyente
- Eje Cuatro: Ambiental Sustentable

El eje Ambiental sustentable se plantea como objetivos:

- Conservar los ecosistemas característicos de la región
- Disminuir la afectación al medio ambiente a consecuencia de los desechos urbanos
- Rescatar y aprovechar las áreas naturales con potencial turístico

El proyecto no se contrapone a los objetivos planteados en el plan de desarrollo. Tiene previsto desarrollar el Programa de Restauración y Reforestación que apoya al primer objetivo (Capítulo 6).

### **3.5.2.4. Plan Municipal de Desarrollo de San Fernando 2008 – 2010**

El plan se desarrolló a través de cuatro ejes de trabajo:

- Eje Uno: Institucional para un Buen Gobierno
- Eje Dos: Económico Sostenible
- Eje Tres: Social Incluyente
- Eje Cuatro: Ambiental Sustentable

El eje Ambiental sustentable se plantea como objetivos:

- Combatir la problemática ambiental del que está ocasionando el tiradero del municipio.
- Realizar campañas de reforestación urbana y escolar
- Impulsar la educación ambiental en Nuestro Municipio.

El proyecto en cuestión no se contrapone a los objetivos planteados en el plan de desarrollo, ya que tiene previsto evitar la contaminación ambiental a través del Plan de Manejo Ambiental descrito en el Capítulo 6 (Programas: Control de emisiones a la atmósfera, Manejo Integral de Residuos, Manejo de Aguas Residuales y Conservación de suelos y control de la erosión).



### 3.5.3. Planes y Programas de Desarrollo Urbano

El área de estudio abarca los municipios de Chicoasén, San Fernando, Osumacinta y Copainalá; de los cuales solamente Copainalá cuenta con un Programa de Desarrollo Urbano (PDU), mientras que para Chicoasén, San Fernando y Osumacinta no se han decretado hasta el momento por lo que no existen lineamientos o políticas que regulen en desarrollo de esos municipios.

Considerando que la zona urbana se encuentra fuera del área de estudio, no son aplicables los criterios o políticas urbanas y resulta que no es posible vincular las limitantes, restricciones o direcciones definidas para el desarrollo.

## 3.6. ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS NORMATIVOS

### 3.6.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Especificación de la Ley	Aplicación al proyecto
<p>Artículo 28 - Necesitarán, previamente de la autorización en materia de impacto ambiental</p> <p>I Obras hidráulicas....</p> <p>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas</p>	<p>Por lo anterior, se está presentando la MIA-Regional requerida para la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental.</p> <p>Habrà remoción de vegetación para la construcción, por lo que será necesario el cambio de uso de suelo de áreas forestales.</p>
<p>Artículo 30.- Relativo a los requisitos que debe contener la Manifestación de Impacto Ambiental, para obtener la autorización.</p> <p>La cual debe contener una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente</p>	<p>El presente estudio, cumple los lineamientos técnicos. La MIA contiene lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental.</li> <li>• Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.</li> </ul>

Especificación del Reglamento	Aplicación al proyecto
<p>Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>A) Hidráulicas:</p> <p>I. Presas de almacenamiento</p> <p>O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas</p>	<p>Con la presentación de la manifestación de impacto ambiental, para su evaluación y dictamen, se atiende lo solicitado.</p> <p>Al existir remoción de vegetación para la construcción, será necesario el cambio de uso de suelo de áreas forestales, para esto se está desarrollando el Estudio Técnico Justificativo.</p>
<p>Artículo 11.-Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</p> <p>I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas.</p>	<p>Se está presentando una manifestación de impacto ambiental, modalidad regional</p>

Especificación del Reglamento	Aplicación al proyecto
<p>Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:</p> <p>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</p> <p>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;</p> <p>III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;</p> <p>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;</p> <p>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</p> <p>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.</p>	<p>El contenido de la manifestación de impacto ambiental, modalidad regional, cumple con lo establecido en este artículo.</p>

### 3.6.2. Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) tiene como fin la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El proyecto se vinculará a esta Ley debido a que en el área de estudio se reportan especies en riesgo tanto de flora como de fauna que se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010** "Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio Lista de especies en riesgo".

Especificación de la Ley	Aplicación al proyecto
<p>Artículo 31.- Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.</p>	<p>El Plan de Manejo Ambiental descrito en el Capítulo 6, considera las medidas pertinentes a través de los Programas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo y Conservación de Comunidades Vegetales</li> <li>• Manejo y Conservación de Fauna Terrestre</li> <li>• Reforestación y Restauración</li> <li>• Protección y conservación de fauna acuática</li> <li>• Monitoreo del Ecosistema Acuático</li> <li>• Monitoreo de los Ecosistemas Terrestres</li> </ul>
<p>Artículo 58.- Correspondiente a las especies y poblaciones en riesgo.</p>	
<p>Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y el reglamento.</p>	

Especificación del Reglamento	Aplicación al proyecto
<p>Artículo 89. En caso de colecta o captura ilícita flagrante, la Secretaría podrá liberar inmediatamente a los ejemplares de que se trate, previa evaluación positiva de la viabilidad de la liberación, mediante el levantamiento del acta respectiva en la que se deberán asentar explícitamente los elementos valorados.”</p>	<p>Los Programas de Manejo y Conservación de Fauna Terrestre establecen acciones para el cuidado de la fauna, entre otras el establecimiento de un Reglamento aplicable a todo el personal de la obra, en el cual se prohíbe la colecta o captura, la cacería y la introducción de especies como son las mascotas.</p>
<p>Artículo 90. Queda prohibida la liberación de ejemplares de especies domésticas o exóticas</p>	

### 3.6.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su Reglamento

El proyecto se vincula con esta ley de acuerdo a lo descrito en el apartado 2.2.8 del Capítulo 2, ya que se refiere a la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como de prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Adicionalmente señala las obligaciones del generador de residuos de acuerdo al volumen de generación anual. Así como los lineamientos para el manejo integral de los residuos generados. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; para prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Especificación de la Ley	Aplicación al proyecto
<p>Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por: XX. Pequeño Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida</p>	<p>De acuerdo a las cantidades de 5,4 toneladas al año de residuos peligrosos que se estima generará el proyecto (tabla 2.6 apartado 2.2.8.6 del Capítulo 2), se clasifica como Pequeño Generador.</p>
<p>Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria.</p>	<p>El Plan de Manejo Ambiental considera las medidas pertinentes a través del Programa Manejo integral de residuos sólidos, el cual contiene acciones para su adecuada separación, almacenaje y disposición final.</p>
<p>Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, que de interés particular aplican la fracción I “Residuos de roca” y fracción VII “Residuos de construcción, mantenimiento y demolición en general”</p>	<p>Este tipo de residuos van a tener un manejo especial ya que se utilizaran en las diferentes obras y el material sobrante será colocado dentro de la zona que será el embalse (Capítulo 6, Programa Manejo Integral de Residuos).</p>
<p>Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría</p>	
<p>Artículo 47.- Los pequeños generadores de residuos peligrosos, deberán de registrarse ante la Secretaría y contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo, sujetar sus residuos a planes de manejo, cuando sea el caso, así como cumplir con</p>	

Especificación de la Ley	Aplicación al proyecto
los demás requisitos que establezcan el Reglamento y demás disposiciones aplicables.	
Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales	El Programa de Gestión Integral de Residuos considera las medidas pertinentes para el Manejo de residuos peligrosos y manejo especial (Capítulo 6, Plan de Manejo Ambiental).
Artículos 68, 69 y 72.- Referente a responsabilidad acerca de la Contaminación y Remediación	El Programa de Gestión Integral de Residuos considera las medidas pertinentes para el Manejo de residuos peligrosos y manejo especial (Capítulo 6, Plan de Manejo Ambiental). En caso de generar contaminación por caso fortuito o fuerza mayor se aplicaran las medidas pertinentes.

Especificación del Reglamento	Aplicación al proyecto
Artículo 35.- Sobre la identificación de residuos peligrosos.	Como se señalo en el Capítulo anterior, el proyecto implica actividades que generaran residuos peligrosos los cuales se señalan e identifican en la tabla 2.8 apartado 2.2.8.6 del Capítulo 2.
Artículo 43.- Personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos.	En el Programa de Manejo Integral de Residuos se indican los trámites a realizarse, entre otros el registro como Pequeño Generador de acuerdo a las cantidades esperadas de generación (5,4 toneladas) en el portal electrónico de la secretaría.
Artículo 44.- Modificación de la categoría de registro.	En el caso de superar las cantidades estimadas (5,4 toneladas) hasta por más de 10 toneladas se procederá a modificar el registro a Gran Generador y atender las obligaciones que como tal marca este Ordenamiento.
Artículo 46.- Establece las disposiciones de manejo de los residuos peligrosos (identificar, separar, envasar, almacenar, transportar etc.)	El Programa de Manejo Integral de Residuos considera las medidas pertinentes a través de las acciones establecidas para el manejo de residuos.
Artículo 71.- Requerimiento de bitácora y su contenido.	El Programa de Manejo Integral de Residuos considera el uso de bitácora y su contenido conforme a lo dispuesto en este artículo.
Artículo 75.- La información y documentación que debe conservarse.	La siguiente información: Bitácora, procesos de remediación, registros de prueba y análisis; se conservarán por lo menos durante cinco años en la Superintendencia de la Central Hidroeléctrica Chicoasén, una vez concluida la construcción del proyecto:
Artículo 73.- La presentación de informes a través de la Cedula de Operación Anual para los Grandes Generadores.	En el caso de que la generación estimada supere lo establecido para los Pequeños Generadores, se realizará el trámite correspondiente a los Grandes Generadores.
Artículo 82.- Áreas de almacenamiento de residuos peligrosos	El Programa de Manejo Integral de Residuos considera las medidas pertinentes a través de las acciones establecidas para las instalaciones de para el Manejo de Residuos Peligrosos.
Artículo 84.- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses	En el mismo programa señalado anteriormente se establece la temporalidad de los residuos en el almacén temporal de no más de seis meses.

### 3.6.4. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

Esta Ley aplica ya que el proyecto requiere gestionar la concesión de agua así como los permisos correspondientes para la descarga de aguas residuales.

Especificación de la Ley	Aplicación al proyecto
<p>Artículo 20.-La explotación uso o aprovechamiento de las aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "La Comisión Nacional del Agua, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento</p>	<p>CFE gestionará con la autoridad correspondiente la concesión del agua.</p>
<p>Artículo 78.-"La Comisión", con base en la evaluación del impacto ambiental, los planes generales sobre aprovechamiento de los recursos hídricos del país y la programación hídrica a que se refiere la presente Ley, cuando existan volúmenes de agua disponibles otorgará el título de concesión de agua a favor de la Comisión Federal de Electricidad, en el cual se determinará el volumen destinado a la generación de energía eléctrica y enfriamiento de plantas, así como las causas por las cuales podrá terminar la concesión.</p> <p>"La Comisión" realizará la programación periódica de extracción del agua en cada corriente, vaso, lago, laguna o depósito de propiedad nacional, y de su distribución, para coordinar el aprovechamiento hidroeléctrico con los demás usos del agua.</p> <p>Los estudios y la planeación que realice la Comisión Federal de Electricidad respecto de los aprovechamientos hidráulicos destinados a la generación de energía eléctrica, una vez aprobados por "la Comisión", formarán parte de los planes generales sobre aprovechamiento de los recursos hídricos del país. Igualmente, los estudios y planes que realice "la Comisión" en materia hídrica, podrán integrarse a los planes generales para el aprovechamiento de la energía eléctrica del país. En la programación hídrica que realice "la Comisión" y que se pueda aprovechar para fines hidroeléctricos, se dará la participación que corresponda a la Comisión Federal de Electricidad en los términos de la ley aplicable en la materia.</p>	<p>De acuerdo con el DOF del 22 de junio de 2007 existe un volumen anual disponible en la cuenca XXIII Alto Grijalva, donde se encuentra ubicado el proyecto, de 112 774,523 millones de metros cúbicos.</p> <p>Por lo tanto CONAGUA está autorizada para otorgar la concesión de uso de agua dado que existe suficiente disponibilidad de agua para el proyecto hidroeléctrico.</p> <p>CFE elabora el estudio hidroenergético para determinar la potencia instalable y la generación media anual.</p> <p>CFE gestionará con la autoridad correspondiente la concesión del agua.</p>
<p>Artículo 80.- Las personas físicas o morales deberán solicitar concesión a "la Comisión" cuando requieran de la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales con el objeto de generar energía eléctrica, en los términos de la ley aplicable en la materia."</p>	<p>CFE gestionará con la autoridad correspondiente la concesión del agua.</p>
<p>Artículo 86 Bis2.- Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.</p>	<p>El Plan de Manejo Ambiental considera las medidas pertinentes a través del Programa de Manejo de Aguas Residuales.</p>
<p>Artículo 88 y 88 bis.- Referente a las descargas de aguas residuales.</p>	<p>El Plan de Manejo Ambiental considera las medidas pertinentes a través del Programa de Manejo de Aguas Residuales.</p>

Especificación de la Ley	Aplicación al proyecto
Especificación del Reglamento	Aplicación al proyecto
Artículos 118, 119, 120 y 122.- Uso en generación de energía eléctrica.	La CFE hará las gestiones necesarias para la obtención de las concesiones correspondientes.

### 3.6.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento

Para el desarrollo del proyecto se requieren de superficies forestales, por lo que CFE hará las gestiones correspondientes.

Especificaciones de la Ley y Reglamento	Vinculación y cumplimiento
<p>Los supuestos de análisis de la Ley se encuentran en los siguientes artículos:</p> <p><b>Artículos 58, 117 y 118</b> los cuales señalan a la Secretaría (SEMARNAT) como la responsable de emitir la autorizaciones para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales (CUSTF) y el requerimiento del depósito al Fondo por concepto de compensación ambiental.</p> <p>En lo que respecta al Reglamento en sus <b>Artículos del 120 al 125</b> establece los requisitos que deberá presentar el promovente para realizar el trámite CUSTF; el contenido del Estudio Técnico Justificativo que acompaña la solicitud, lo procedente por parte de la Secretaría para resolver el trámite y determinar el monto económico de compensación ambiental que deberá depositar al fondo el promovente.</p>	<p>El desarrollo del Proyecto requiere la ocupación de una superficie aproximada de 130 ha con vocación forestal, donde actualmente se desarrolla selva baja caducifolia perturbada y vegetación secundaria.</p> <p>Por lo anteriormente expuesto, la CFE oportunamente realizará el trámite correspondiente ante la Secretaría. Para ello, paralelamente a este estudio se realiza la integración del Estudio Técnico Justificativo cuyo contenido se apega a lo especificado en el Artículo 121.</p> <p>Una vez que la Secretaría determine el monto económico de compensación ambiental, este será cubierto por la CFE y adjuntará el documento que acredite el pago a la solicitud de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.</p>

### 3.6.6. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas y su Reglamento

Publicada en el DOF el 6 de mayo de 1972, constituida por 55 artículos y cuatro transitorios clasificados en seis capítulos. Tiene como objetivo regular la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos

Especificación de la Ley	Aplicación al proyecto
<p>Artículo 6 Los propietarios de bienes inmuebles colindantes a un monumento, que pretendan realizar obras de excavación, cimentación, demolición o construcción, que puedan afectar las características de los monumentos históricos o artísticos, deberán obtener el permiso del Instituto correspondiente, que se expedirá una vez satisfechos los requisitos que se exijan en el reglamento". Y en el artículo 29 señala "El que encuentre bienes arqueológicos deberá dar aviso a la autoridad civil más cercana. La autoridad correspondiente expedirá la constancia oficial del aviso, o entrega en su caso, y deberá informar al Instituto Nacional de Antropología e Historia, dentro de las veinticuatro horas siguientes, para que éste determine lo que corresponda</p>	<p>Como se describió en el Capítulo anterior, las excavaciones y cimentaciones son necesarias para la construcción de las obras que componen el PH Chicoasén II.</p> <p>Con base en lo anterior la Comisión Federal de Electricidad y el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) el 22 de abril del 2002 suscribieron un Convenio de Colaboración, en el cual la CFE se compromete a hacer del conocimiento del INAH en forma previa a su realización los proyectos constructivos de líneas de transmisión, subestaciones y de generación eléctrica.</p> <p>Por consiguiente la autorización del INAH deberá ajustarse a los establecido en dicho convenio, solicitando al INAH realice la prospección arqueológica de los sitios de proyecto y según corresponda el salvamento correspondiente.</p>
<p>Artículo 30 Toda clase de trabajos materiales para descubrir o explorar monumentos arqueológicos,</p>	

Especificación de la Ley	Aplicación al proyecto
<p>únicamente serán realizados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia o por instituciones científicas o de reconocida solvencia moral, previa autorización". Y en el artículo 18 dice que "El gobierno federal, los organismos descentralizados y el Departamento de Distrito Federal, cuando realicen obras, estarán obligados, con cargo a las mismas, a utilizar los servicios de antropólogos titulados, que asesoren y dirijan los rescates de arqueología bajo la dirección del Instituto Nacional de Antropología e Historia y asimismo entreguen las piezas y estudios correspondientes a este instituto</p>	

### 3.7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

#### 3.7.1. Agua

Norma Oficial Mexicana	Especificación de la NOM	Aplicación al proyecto
<p>NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.</p>	<p>4.1, 4.2 y 4.3 sobre los LMP de concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros; coliformes fecales y contaminación por parásitos. 4.5 inciso b) sobre condiciones de descargas no municipales. 4.7 Programa de acciones y obras para el control de la calidad. 4.8 Monitoreo de las aguas residuales</p>	<p>Las descargas de aguas cumplirán con los límites máximos permisibles. Se cumplirá con los parámetros de DBO y SST. Se tiene contemplada la utilización de sanitarios portátiles y plantas de tratamiento, también se tiene previsto realizar el monitoreo de acuerdo a lo que indique la autoridad correspondiente. Lo anterior queda estipulado en el Programa de Manejo de aguas residuales del Plan de Manejo Ambiental (Capítulo 6).</p>
<p>NOM-004-SEMARNAT-2002 Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.</p>	<p>4.6 Límites máximos permisibles de metales pesados. 4.7 Límites máximos permisibles de patógenos y parásitos. 4.14 Muestreo y análisis de lodos. 4.15 Frecuencia de muestreo y análisis</p>	<p>Para el manejo de aguas residuales provenientes de la zona de campamentos, oficinas y talleres, se tiene previsto la instalación de plantas de tratamiento. Los lodos se manejarán de acuerdo a lo que marca la NOM y se contratarán laboratorios acreditados. La atención se hará por medio del Subprograma de Manejo de aguas residuales</p>

#### 3.7.2. Aire

Norma Oficial Mexicana	Especificación de la NOM	Aplicación al proyecto
<p>NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</p>	<p>4.1.2 Los límites máximos permisibles de emisiones de gases por el escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros CL1, CL2, CL3 y CL4, camiones medianos y camiones pesados en circulación.</p>	<p>El desarrollo del proyecto utilizará vehículos descritos en la NOM. La atención para su cumplimiento de se describe a través del Mantenimiento Preventivo de Vehículos establecido en el Programa de Control de Emisiones</p>

	4.2.2 Límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbón, oxígeno, óxido de nitrógeno, límites mínimos y máximos de dilución y lambda provenientes del escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros CL1, CL2, CL3 y CL4, camiones medianos y camiones pesados en circulación.	atmosféricas y ruido (Capítulo 6).
NOM-043-SEMARNAT-1993 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	5.2 Los niveles máximos de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de las fuentes fijas.	El desarrollo del proyecto requiere de la utilización de plantas trituradoras, de asfalto y agregados las cuales generaran emisiones. El cumplimiento de la NOM se hará a través del Programa de Control de Emisiones atmosféricas y ruido (Capítulo 6).
NOM-045-SEMARNAT-2006 Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	4.1 Los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3 856 kg. 4.2 Los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, cuyo peso bruto vehicular sea de mayor 3 856 kg.	El desarrollo del proyecto requiere de la utilización de camiones ligeros, medianos y pesados. Las disposiciones de la NOM se verán cumplidas con el Programa de Control de Emisiones atmosféricas y ruido (Capítulo 6).

### 3.7.3. Residuos Peligrosos

Norma Oficial Mexicana	Especificación de la NOM	Aplicación al proyecto
NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	6 Procedimiento para determinar si un residuo es peligroso. 7 Características que definen a un residuo como peligroso. 8 Procedimiento para la evaluación de la conformidad	Durante el desarrollo en las diferentes etapas del proyecto habrá generación de residuos peligrosos. La atención a estas especificaciones se hará con lo que marca el Programa de Manejo de Integral de Residuos (Capítulo 6)
NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	5.1 Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos	Durante el desarrollo en las diferentes etapas del proyecto habrá generación de residuos peligrosos por lo que se debe determinar su incompatibilidad. El manejo se hará de acuerdo a lo descrito en el Programa de Manejo de Integral de Residuos (Capítulo 6).



### 3.7.4. Ruido

Norma Oficial Mexicana	Especificación de la NOM	Aplicación al proyecto
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	5.5 Procedimiento para vehículos automotores que consumen gasolina, gas licuado de petróleo (Gas L.P.), gas natural u otros combustibles alternos. 5.6 Procedimiento para vehículos automotores que consumen diesel como combustible. 5.9.1 Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB(A).	Durante el desarrollo del proyecto se utilizaran diferentes vehículos automotores, los cuales deben de cumplir con los límites máximos permisibles. El cumplimiento se hará a través del Programa de Control de Emisiones atmosféricas y ruido y el Programa de monitoreo de la calidad del aire (Capítulo 6)
NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	5.2 El equipo para medición el nivel sonoro. 5.3 Para obtener el nivel sonoro de una fuente fija se debe aplicar el procedimiento de actividades 5.4 Los límites máximos permisibles del nivel sonoro	Durante el desarrollo del proyecto se utilizaran fuentes fijas generadoras de ruido como las plantas de asfalto, trituradora, agregados y concretos, los cuales deben de cumplir con los límites máximos permisibles. El cumplimiento se hará a través del Programa de Control de Emisiones atmosféricas y ruido y el Programa de monitoreo de la calidad del aire (Capítulo 6).

### 3.7.5. Recursos Naturales

Norma Oficial Mexicana	Especificación de la NOM	Aplicación al proyecto
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.	Anexo normativo III Listado de especies en riesgo	Las especies registradas en el SAR del proyecto fueron cotejadas con esta lista e identificadas y señaladas en el Capítulo 4. La atención a estas especies se hará por medio de acciones de Rescate de especies de flora en estatus, y a través de los siguientes Programas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo y Conservación de Comunidades Vegetales</li> <li>• Manejo y Conservación de Fauna Terrestre</li> <li>• Reforestación y Restauración</li> <li>• Protección y conservación de fauna acuática</li> <li>• Monitoreo del Ecosistema Acuático</li> <li>• Monitoreo de los Ecosistemas Terrestres</li> </ul>

### 3.8. BANDOS Y REGLAMENTOS MUNICIPALES

No se tiene conocimiento de la existencia de Bandos Municipales disponibles en medios electrónicos o escritos.

### 3.9. CALENDARIOS CINEGÉTICOS

Actualmente no se encuentran calendarios cinegéticos vigentes, a continuación se presentan los aplicables en la época 2010 – 2011 con la finalidad de identificar las posibles épocas de caza en el Estado de Chiapas:

Especie	Nombre común	Época hábil
<i>Gallinago gallinago</i>	Agachona	03/12/10 al 20/02/11
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5/11/2010 al 9/01/11
<i>Colinus virginianus</i>	Cuichi o Codorniz Enmascada	15/10/10 al 27/02/11
<i>Fulica americana</i>	Gallareta	03/12/10 a 20/02/11
<i>Zenaida asiática</i>	Paloma Alas Blancas	06/03/10 al 31/10/10
<i>Columba fasciata</i>	Paloma de Collar	17/09/10 al 09/01/11
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	06/08/10 al 31/10/10
<i>Columba flavirostris</i>	Paloma Morada	17/09/10 al 09/01/11
<i>Anas acuta, Anas americana, Anas clypeata, Anas crecca, Anas cyanoptera, Anas discors, Anas platyrhynchos, Anas strepera, Anas diazii, Bucephala albeola, Oxyura jamaicensis</i>	Patos y Cercetas	03/12/10 al 20/02/11

Tabla 3.1 Calendario cinegético 2010 - 2011 especies de aves

Especie	Nombre común	Época hábil
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve cintas	2/10/10 al 10/01/11
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	06/08/10 al 29/01/11
<i>Canis latrans</i>	Coyote	14/11/10 al 07/12/10
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque Negro o Agutí	19/12/10 al 24/03/11
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	19/09/10 al 16/01/11
<i>Pecari tajacu</i>	Pécari de Collar	21/01/11 al 24/04/11
<i>Nasua narica</i>	Tejón o coatí	26/12/10 al 24/04/11
<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle	26/12/10 al 24/04/11
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado Cola Blanca	26/12/10 al 20/02/11
<i>Mazama americana</i>	Venado Temazate	26/12/10 al 24/04/11

Tabla 3.2 Calendario cinegético 2010 - 2011 para especies de mamíferos

### 3.10. DECRETOS, PROGRAMAS Y/O ACUERDOS DE VEDAS FORESTALES.

No fueron detectados programas de protección forestal en la zona en donde se pretende realizar el proyecto.

### 3.11. REFERENCIAS

Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. **Regiones hidrológicas prioritarias**. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. [En línea]  
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrosse.html>  
[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_085.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_085.html)  
[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_086.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_086.html)

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. **Regiones terrestres prioritarias de México**. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. [En línea]  
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tsureste.html>  
[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp\\_141.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_141.pdf)

SEMARNAT. 2011. Épocas Hábiles 2010-2011. DIRECCIÓN GENERAL DE VIDA SILVESTRE. SEMARNAT. En línea:

[<http://www.semarnat.gob.mx/tramites/gestionambiental/vidasilvestre/Paginas/epocashabiles07-08.aspx>]

SEMARNAT 2011. Normas Oficiales Mexicanas Vigentes ordenadas por materia, en línea:

<http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/normas/Pages/normasoficialesmexicanasvigentes.aspx#>

*PROYECTO HIDROELÉCTRICO CHICOASÉN II*

# CAPÍTULO IV

*DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y  
SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y  
DETERIORO DE LA REGIÓN.*



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS

**CFE** *Una empresa  
de clase mundial*

**CONTENIDO**

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	12
4.1. Delimitación Y Justificación Del Sistema Ambiental Regional (SAR).....	12
4.1.1. Criterios para la delimitación del SAR.....	12
4.1.2. Delimitación preliminar de la Zona de Influencia Indirecta (ZII) .....	14
4.1.2.1. Criterios de delimitación .....	14
A. Características del proyecto .....	14
B. Afectaciones potenciales.....	14
C. Subcuenca y microcuenca hidrológica donde se ubica el proyecto hidroeléctrico .....	15
4.2. Caracterización Y Análisis Del Sistema Ambiental .....	18
4.2.1. Aspectos Abióticos .....	18
4.2.1.1. Clima .....	18
A. Tipos de clima en el SAR .....	18
B. Temperatura.....	20
C. Precipitación .....	20
D. Evaporación.....	21
E. Vientos dominantes (dirección y velocidad) .....	21
4.2.1.2. Geomorfología Y Geología.....	22
A. Características del relieve en el SAR del PH Chicoasén II .....	22
B. Características geomorfológicas del SAR .....	24
C. Características litológicas del SAR.....	26
D. Estratigrafía de la zona de influencia directa (ZID) .....	28
E. Geología estructural y tectónica del SAR.....	29
F. Geología estructural en la Zona de Influencia Directa (ZID) .....	29
G. Susceptibilidad a sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.....	30
4.2.1.3. Suelos.....	33
4.2.1.4. Hidrología superficial .....	37
A. Cuenca del río Chicoasén .....	40
B. Subcuenca Río Zacalapa .....	41
C. Río Grijalva.....	41

<b>D.</b>	Embalse Chicoasén.....	43
<b>E.</b>	Embalse Malpaso .....	45
<b>F.</b>	Balance hidrológico del SAR .....	45
<b>G.</b>	Calidad del agua en el río Grijalva y afluentes .....	46
<b>H.</b>	Calidad del agua en el embalse Chicoasén .....	50
4.2.1.5.	Hidrología subterránea .....	54
4.2.2.	Aspectos bióticos.....	55
4.2.2.1.	Vegetación terrestre y acuática en el SAR.....	55
<b>A.</b>	Tipos de vegetación en el SAR .....	55
<b>B.</b>	Selva baja caducifolia con vegetación secundaria .....	56
<b>C.</b>	Tipos de vegetación en la Zona de Influencia Directa (ZID) .....	68
<b>D.</b>	Inventario florístico: riqueza y diversidad .....	76
<b>E.</b>	Especies de flora en riesgo .....	79
4.2.2.2.	Fauna terrestre .....	80
<b>A.</b>	Herpetofauna.....	81
<b>B.</b>	Aves.....	91
<b>C.</b>	Mamíferos.....	94
4.2.2.3.	Fauna acuática .....	100
<b>A.</b>	Peces.....	101
<b>B.</b>	Crustáceos .....	106
4.2.3.	Medio socioeconómico .....	107
4.2.3.1.	Aspectos socioeconómicos regionales (SAR).....	110
4.2.3.2.	Aspectos socioeconómicos en la ZID.....	111
<b>A.</b>	Dinámica de la población .....	111
<b>B.</b>	Salud .....	113
<b>C.</b>	Servicios .....	114
<b>D.</b>	Marginación .....	114
<b>E.</b>	Población Económicamente Activa (PEA).....	115
<b>F.</b>	Actividades económicas del sector primario .....	116
<b>G.</b>	Actividades económicas del sector secundario.....	117
<b>H.</b>	Migración como alternativa económica .....	118
<b>I.</b>	Tenencia de la tierra.....	118

4.2.3.3.	Aspectos socioculturales .....	119
4.2.4.	Diagnóstico del Sistema Ambiental Regional del PH Chicoasén II .....	119
4.2.4.1.	Subsistema físico .....	119
4.2.4.2.	Subsistema biótico .....	123
4.2.4.3.	Medio socioeconómico .....	126
4.3.	Referencias .....	129

PARA CONSULTA AL PÚBLICO

**CONTENIDO TABLAS**

Tabla 4.1 autorizados	Comparación de las dimensiones del PH Chicoasén II con proyectos 15
Tabla 4.2 II.	Estaciones climatológicas (EC) localizadas en el SAR del PH Chicoasén 19
Tabla 4.3	Parámetros climáticos de las estaciones climatológicas..... 20
Tabla 4.4 Climatológicas	Promedios mensuales de precipitación y temperatura en las Estación 20
Tabla 4.5	Características del MDE ASTER-GDEM..... 24
Tabla 4.6	Unidades de paisaje presentes en el SAR..... 26
Tabla 4.7	Eventos sísmicos registrados con efectos en el área de estudio..... 33
Tabla 4.8 Angostura	Registros de sismos en las Centrales Hidroeléctricas Chicoasén y 33
Tabla 4.9	Tipos de suelos presentes en el SAR PH Chicoasén II y su ubicación geográfica, con base en los perfiles de muestreo. .... 34
Tabla 4.10	Tipos de Suelo y superficie que ocupan en el SAR del PH Chicoasén II 35
Tabla 4.11	Características de las subcuencas que conforman al río Chicoasén.... 41
Tabla 4.12 (1971 – 2009)	Gastos medios, máximos y mínimos registrados en la EH EL Grijalva 44
Tabla 4.13	Características del embalse de la presa Chicoasén ..... 45
Tabla 4.14	Valores estadísticos de las extracciones del embalse Chicoasén para la generación de energía eléctrica ..... 46
Tabla 4.15	Sitios de muestreo en SAR del PH Chicoasén II..... 47
Tabla 4.16	Promedios de los parámetros de calidad del agua en el Río Grijalva y Afluentes de los muestreos realizados durante el 2009..... 48
Tabla 4.17 realizados en el 2010	Resultados de los parámetros de calidad del agua de los muestreos 49
Tabla 4.18	Calidad del agua en la presa Chicoasén (CONAGUA 2008). .... 51
Tabla 4.19 Chicoasén	Resultados de los muestreos realizados en la obra de toma de la CH 52
Tabla 4.20 Chicoasén	Resultados de los muestreos realizados en el desfogue de la CH 52



Tabla 4.21 Chicoasen	Parámetros de calidad del agua determinados en el embalse de la CH 53
Tabla 4.22	Metales pesados determinados en el embalse de la CH Chicoasén. ... 53
Tabla 4.23	Relación de la concentración parámetros fisicoquímicos y la profundidad del embalse Chicoasén. .... 54
Tabla 4.24	Cobertura de los Tipos de Vegetación y de Uso de Suelo dentro del SAR del PH Chicoasén II ..... 57
Tabla 4.25	Uso de suelo y tipos de vegetación en la zona de influencia directa del PH Chicoasén II, Chis. 70
Tabla 4.26	Especies más importantes de la selva baja caducifolia, de acuerdo con el Índice de Importancia Relativa ..... 73
Tabla 4.27	Clases diamétricas y frecuencia de individuos en la selva baja caducifolia perturbada 74
Tabla 4.28	Especies más importantes del bosque de galería de acuerdo al Índice de importancia 76
Tabla 4.29	Clases diamétricas y frecuencia de individuos en el bosque de galería 77
Tabla 4.30 Chicoasén II, Chis.	Composición florística del SAR y Zona de Influencia Directa del PH 77
Tabla 4.31	Riqueza florística de algunas regiones y áreas naturales protegidas de México y el SAR del PH Chicoasén II, Chis. .... 78
Tabla 4.32 Chis.	Índices de biodiversidad determinados en el SAR del PH Chicoasén II, 80
Tabla 4.33	Especies de plantas que se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SAR y ZID del PH Chicoasén II, Chis. .... 81
Tabla 4.34 Chis.	Sitios de muestreo de fauna terrestre en el SAR del PH Chicoasén II, 82
Tabla 4.35	Composición y riqueza taxonómica de las especies potencialmente presentes de herpetofauna en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. .... 82
Tabla 4.36	Composición y riqueza de anfibios y reptiles observada en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. 83
Tabla 4.37	Especies de anfibios y reptiles en riesgo según la NOM-059-ECOL-2001 observados en el SAR y Zona de Influencia Directa (ZID) del PH Chicoasén II, Chis. .... 88
Tabla 4.38	Número de especies potenciales de aves por orden taxonómico ..... 92
Tabla 4.39	Número de especies observadas por orden taxonómico ..... 93

Tabla 4.40	Número de especies observadas por familia .....	93
Tabla 4.41	Especies de aves observadas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el SAR del PH Chicoasén II.....	94
Tabla 4.42	Listado taxonómico de las especies de mamíferos encontradas en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. ....	97
Tabla 4.43	Dominancia de las especies por punto de muestreos.....	100
Tabla 4.44	Sitios de muestreo para fauna acuática en el SAR PH Chicoasén II, Chis.	101
Tabla 4.45	Lista sistemática de las especies recolectadas en el SAR PH Chicoasén II, Chis.	103
Tabla 4.46	Especies de peces incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de importancia económica.....	104
Tabla 4.47	Distribución de la ictiofauna en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. ....	105
Tabla 4.48	Dominancia por especie dentro del SAR PH Chicoasén II, de acuerdo al IVI	106
Tabla 4.49	Especies de crustáceos recolectadas en el SAR PH Chicoasén II, Chis.	107
Tabla 4.50	Distribución de crustáceos decápodos en el SAR PH Chicoasén II, Chis.	107
Tabla 4.51	Distribución municipal de la superficie del SAR PH Chicoasén II .....	108
Tabla 4.52	Producción agrícola en los municipios del SAR PH Chicoasén II, Chis. (Fuente: Oficina Estatal para el Desarrollo Rural Sustentable de Chiapas, 2010 (OEIDRUS en línea).	112
Tabla 4.53	Localidades relacionadas a la zona de influencia directa del PH Chicoasén II, Chis.	112
Tabla 4.54	Servicios de salud en las localidades relacionadas a la zona de influencia directa del PH Chicoasén II, Chis.....	114
Tabla 4.55	Población económicamente activa, ocupada y desocupada en las localidades relacionadas a la zona de influencia directa (Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010).....	116
Tabla 4.56	Tipo de tenencia de la tierra y porcentaje de superficie de la zona de influencia directa del proyecto .....	119

---

**CONTENIDO FIGURAS**

---

Figura 4.1	Ubicación de los polígonos de las superficies requeridas por el proyecto. 14
Figura 4.2	Perfil del río Grijalva desde la presa La Angostura hasta Peñitas ..... 16
Figura 4.3 estudio.	Delimitación de las subcuencas y microcuencas en el tramo de río en 17
Figura 4.4	Sistema Ambiental Regional del PH Chicoasén..... 18
Figura 4.5 Chicoasén II	Climogramas de las estaciones climatológicas en el SAR del PH 20
Figura 4.6	Comportamiento anual de la temperatura en las estaciones climatológicas del SAR PH Chicoasén II..... 21
Figura 4.7	Promedios de las precipitaciones y evaporaciones en las estaciones climatológicas del SAR PH Chicoasén II..... 22
Figura 4.8	Frecuencia de la dirección del viento registrada en la EC Grijalva. .... 23
Figura 4.9	Dirección del viento registrada en la EC Chicoasén ..... 23
Figura 4.10 Chicoasén II	Ángulo de inclinación de las pendientes presentes en el SAR del PH 24
Figura 4.11 acuerdo al MDE.	Atributos topográficos: elevación (m) en las geoformas presentes, de 25
Figura 4.12	Paisaje físico geográfico del SAR PH Chicoasén II. .... 26
Figura 4.13	Columna Estratigráfica del Sistema Ambiental Regional ..... 28
Figura 4.14	Interacción de la placa de Cocos con la placa Norteamericana sobre la cual yace México. Las flechas indican la dirección y velocidad del movimiento relativo entre ambas placas. 31
Figura 4.15	Distribución de placas tectónicas en México. Puntos rojos representan sismos superficiales (profundidades menores a 40 km) y puntos azules representan sismos más profundos (SSN. 2011)..... 32
Figura 4.16	Tipos de suelo en el SAR del PH Chicoasén II. .... 36
Figura 4.17	Cuenca Grijalva-Usumacinta..... 39
Figura 4.18	Subregión Medio Grijalva (CONAGUA 2001)..... 40
Figura 4.19	Perfil del río Grijalva y tramo de estudio..... 41
Figura 4.20	Gastos medios mensuales y anuales registrados en EH La Esperanza42
Figura 4.21	Perfil del segmento del río Grijalva en estudio ..... 43

Figura 4.22	Gastos medios, máximos y mínimos registrados en la EH El Grijalva ..	44
Figura 4.23	Niveles del agua en el embalse de la presa Chicoasén.....	45
Figura 4.24	Balance hidrológico en el SAR (DOF 2007) .....	46
Figura 4.25	Localización de las estaciones de muestreo de calidad del agua en el SAR del PH Chicoasén II .....	47
Figura 4.26	Coliformes totales y fecales en el río Grijalva y sus afluentes .....	49
Figura 4.27	Calidad del agua con respecto a la DBO <sub>5</sub> en el río Grijalva y afluentes	50
Figura 4.28	Calidad del agua con respecto a la DQO del río Grijalva y sus afluentes	50
Figura 4.29	Calidad del agua. Sólidos Suspendidos Totales del río Grijalva y afluentes	51
Figura 4.30	Comportamiento del oxígeno disuelto (a), temperatura (b) y pH (c) en el embalse Chicoasén	55
Figura 4.31	Distribución de las comunidades vegetales sobre un gradiente altitudinal en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. ....	58
Figura 4.32	Perfil de una Selva Mediana Subcaducifolia (SMSC) en el Zona de Influencia Indirecta del SAR PH Chicoasén II, Chis.....	61
Figura 4.33	Composición florística de las capas de vegetación dentro de una Selva Mediana Subcaducifolia (SMSC) dentro del área del Proyecto SAR del PH Chicoasén II .....	62
Figura 4.34	Esquema representativo de la estructura física vertical de un fragmento de Bosque de Pino-Quercus dentro del SAR del PH Chicoasén II, Chis. ....	63
Figura 4.35	Composición florística de las capas de vegetación de un Bosque de Pino-Quercus (BPQ) dentro del SAR del PH Chicoasén II, Chis. ....	64
Figura 4.36	Esquema representativo de la estratificación vertical de un acahual de Bosque de Encinos (BE) dentro del SAR del PH Chicoasén II, Chis. ....	66
Figura 4.37	Composición florística de los estratos dentro de un acahual de Bosque de Encinos (BE) en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. ....	67
Figura 4.38	Esquema representativo de la estructura física vertical de un Bosque de Juniperus (BJ) (acahual) dentro del SAR del PH Chicoasén II, Chis. ....	67
Figura 4.39	Composición florística de las capas de vegetación de un Bosque de Juniperus (BJ) (acahual) dentro del SAR PH Chicoasén II, Chis.....	68
Figura 4.40	Esquema representativo de la estructura vertical de un fragmento de selva baja caducifolia (A) y del bosque de galería (B) en la zona de influencia directa del PH Chicoasén II, Chis.	71

Figura 4.41 Composición florística de las capas de vegetación de la Selva Baja Caducifolia (SBC) en la Zona de Influencia Directa PH Chicoasén II, Chis. .... 72

Figura 4.42 Composición florística de los estratos del Bosque de Galería (BG) en la ZID del PH Chicoasén II, Chis. .... 75

Figura 4.43 Familias mejor representadas a nivel de especie (a) y género (b) en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. .... 78

Figura 4.44 Riqueza de especies por género en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. 79

Figura 4.45 Número de especies por forma de crecimiento (a) y tipo de hábito (b) en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. .... 79

Figura 4.46 Número de especies (a) y porcentaje (b) por tipo de vegetación en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. .... 79

Figura 4.47 Riqueza de especies de anfibios y reptiles por sitios de muestreo en la zona de influencia directa y en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. .... 83

Figura 4.48 Abundancia de anfibios observados en la zona de influencia directa y en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. .... 84

Figura 4.49 Abundancia de reptiles observados en la zona de influencia directa y en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. .... 85

Figura 4.50 Mapa de localización de las especies de anfibios que se encuentran sujetos a protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010 ..... 86

Figura 4.51 Valores de dominancia de las especies de anfibios registrados en el SAR y ZID en la del PH Chicoasén II, Chis (IVIr Valor de Importancia Relativa)..... 86

Figura 4.52 Especies sujetas a Protección Especial (Pr) y Amenazadas (A) ..... 87

Figura 4.53 Mapa de ubicación de las especies de reptiles con estatus de amenazadas, según la NOM-059-SEMARNAT-2010. .... 88

Figura 4.54 Valores de dominancia los reptiles registrados en el SAR y en la zona de influencia directa del PH Chicoasén II, estimados mediante el valor de importancia relativa (IVIr). 89

Figura 4.55 Diversidad de especies por sitios de muestreo en el SAR y zona de impacto del PH Chicoasén II de acuerdo al índice de diversidad de Shannon ..... 90

Figura 4.56 Diversidad y riqueza de especies de anfibios y reptiles, usando el Índice de Shannon (H') por tipos de vegetación ..... 91

Figura 4.57 Dendrograma de similitud de especies de anfibios y reptiles entre los diferentes sitios de muestreos, empleando el índice de Sorensen ..... 91

Figura 4.58 Índices de diversidad Shannon en la Zona de Influencia Directa (CZI) y del Sistema Ambiental Regional (CSAR) ..... 94

Figura 4.59	Dendograma de similitud basado en datos de presencia / ausencia de aves para los sitios de muestreo .....	95
Figura 4.60	Riqueza de especies, género y familia por órdenes de mamíferos registrados en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.....	96
Figura 4.61	Riqueza y abundancia por sitio de muestreo en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.	98
Figura 4.62	Diversidad por sitio de muestreo y tipo de vegetación en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.	98
Figura 4.63	Dominancia de las especies registradas en el SAR del PH Chicoasén II.	99
Figura 4.64	Dominancia de mamíferos de acuerdo a los tipos de vegetación dentro del SAR PH Chicoasén II, Chis. ....	100
Figura 4.65	Dendograma de similitud de sitios de muestreo de acuerdo a la mastofauna registrada en el SAR.....	101
Figura 4.66	Especies registradas en el SAR incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	102
Figura 4.67	Riqueza de especies por sitio de muestreo (a) y especies dominantes (b) en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.....	104
Figura 4.68	Diversidad por sitios de muestreo en el SAR PH Chicoasén II, Chis..	106
Figura 4.69	Dendograma de similitud de los sitios de muestreo del SAR PH Chicoasén II con base en la ictiofauna.....	107
Figura 4.70	Localización municipal del SAR del PH Chicoasén II, Chis. ....	109
Figura 4.71	Distribución de la población en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. ...	110
Figura 4.72	Estructura de la población en las localidades relacionadas a la ZID del PH Chicoasén II, Chis.	113
Figura 4.73	Tasas de crecimiento intercensal en las localidades relacionadas a la ZID del PH Chicoasén II, Chis.....	114
Figura 4.74	Indicadores de marginación en las localidades relacionadas a la zona de influencia directa	116
Figura 4.75	Análisis de correlación de las temperaturas medias anuales registradas e la EC Grijalva (1965-2009).....	121
Figura 4.76	Análisis de correlación de la precipitación total anual registrada en la EC Grijalva (1965-2009).	121
Figura 4.77	Análisis de correlación de la evaporación total anual registrada en la EC Grijalva (1965-2009).	122

Figura 4.78 Caudales históricos registrados en la EH El Grijalva en el periodo 1964-2001 .... 123

Figura 4.79 Comparación de los caudales mensuales registrados en la EC Grijalva antes y después de la operación de la CH La Angostura ..... 123

Figura 4.80 Evolución del uso del suelo y vegetación de acuerdo a la cartografía de INEGI 124

Figura 4.81 Comparación de la riqueza de vertebrados terrestres del SAR y el ANP Cañón del Sumidero 126

Figura 4.82 Comparación de la riqueza de peces del SAR con otras Regiones Hidrológicas de Chiapas..... 126

Figura 4.83 Análisis de similitud (Índice de Sorensen, método de agrupamiento: UPGMA), de diferentes sitios de la Cuenca del río Grijalva, con base en la ictiofauna registrada. 127

Figura 4.84 Tendencias del crecimiento de la población en el SAR del PH Chicoasén II, Chis. 127

Figura 4.85 Apertura de nuevos espacios para el desarrollo de actividades agropecuarias 128

Figura 4.86 Tiraderos a cielo abierto en la carretera Chicoasén-Copainalá ..... 128

---

#### 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

En este capítulo se presentan la descripción y diagnóstico del Sistema Ambiental Regional (SAR), lo cual se llevó a cabo basándose en los resultados obtenidos del análisis de la información bibliográfica y de los estudios de campo y laboratorio realizados en el área de estudio del Proyecto Hidroeléctrico Chicoasén II (PH Chicoasén II).

##### 4.1. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

En la delimitación del área de estudio y Sistema Ambiental para el PH Chicoasén II es necesario realizar las siguientes consideraciones:

**Área de estudio.**- Espacio geográfico sobre el cual se enfocan la recopilación de información bibliográfica y los estudios de campo.

**Sistema Ambiental (SA).**- Es el espacio geográfico que potencialmente puede ser afectado de manera directa o indirecta, por los componentes y acciones/actividades del PH Chicoasén II, en este sentido se reconocen dos zonas de influencia, la directa y la indirecta (Juárez *et al*, 2006).

**Zona de influencia directa (ZID).**- Es la superficie en la que el proyecto generará impactos ambientales de tipo directo (áreas de desplante y construcción de: infraestructura de apoyo, cortina, obras de generación, obra de desvío, embalse, camino de operación etc. (ver Capítulo II Tabla 2.2 Coordenadas de los vértices del polígono de la Zona de Influencia Directa).

**Zona de influencia indirecta (ZII).**- Es aquella superficie que no sufrirá una transformación directa por las obras de construcción, pero que sí puede ser afectada en su integridad indirectamente por este u otros proyectos de desarrollo vecinos, que por sí solos o en su conjunto modifican la integridad funcional y capacidades de carga de los ecosistemas presentes (*op cit*).

En resumen el área resultante de la suma de la ZID y la ZII conforman el Sistema Ambiental Regional del PH Chicoasén II, y en ella se enfocara la búsqueda y generación de la información para la integración de la línea base que permita evaluar los impactos previsible por la implementación del proyecto.

##### 4.1.1. Criterios para la delimitación del SAR

###### Zona de Influencia Directa (ZID)

La **ZID** fue delimitada de acuerdo a la superficie requerida por las distintas obras del proyecto y está conformada por los siguientes polígonos:

- a. **Polígono de obras en boquilla.**- Área que encierra a las obras de contención (cortina), desvío-vertedor, obras de generación, túnel de acceso, subestación de servicios.



- b. **Áreas de obras complementarias en boquilla.-** Campamento, oficinas, bancos de depósito, almacén de agregados, comedor y otras de carácter temporal.
- c. **Áreas de la infraestructura de apoyo:** Área localizada en los espacios anteriormente utilizados durante la construcción de la CH Chicoasén y que involucra distintas edificaciones de carácter temporal necesarias para el apoyo de la obra como son zona de recarga de combustibles, talleres, almacenes de residuos peligrosos y de residuos de manejo especial, oficinas administrativas, comedores, banco de piedra, etc.
- d. **Polígono de embalse y caminos de acceso:** Involucra el área de embalse a la cota 206 msnm (NAME), y el área de los caminos de construcción que a la postre serán los caminos de operación (Ver Plano 2.1 hojas 1 y 2).

Todas estas áreas requeridas, tanto permanentes como temporales, se les trazó un área envolvente donde quedan incluidas. Este polígono mantiene en su parte Este la cota 220; en la parte del poblado de Chicoasén, el trazo se mantiene por arriba de la cota 210, lo que representa el límite del cauce natural del río Chicoasén; al salir del poblado se retoma la cota 220 y se mantiene casi paralelamente a la carretera estatal 102 en un tramo de 3,4 km con rumbo Noroeste; los siguientes 700 m cambia de rumbo ligeramente al Norte, hasta alcanzar la cota de los 320 m, sitio donde hace intersección con la carretera estatal; el trazo continúa otros 2 km y alcanza la cota de los 360 msnm; en este punto cambia con rumbo Suroeste manteniéndose sobre la cota de los 360 m y tras 1 090 m, se llega al cañón del río Grijalva, punto donde cruza hacia la margen izquierda, llegando a la cota 400 m, punto donde cambia de rumbo a franco al Sureste, manteniéndose en esa cota por espacio de 1 220 m; en este punto cambia ligeramente con rumbo Noreste y tras una distancia de 1 300 m, llega a la cota 300 msnm y así se mantienen en esa cota por espacio de 3 360 m; a partir de ese punto se mantiene paralelamente al camino pavimentado que se realizó durante la construcción de la Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres (Figura 4.1).

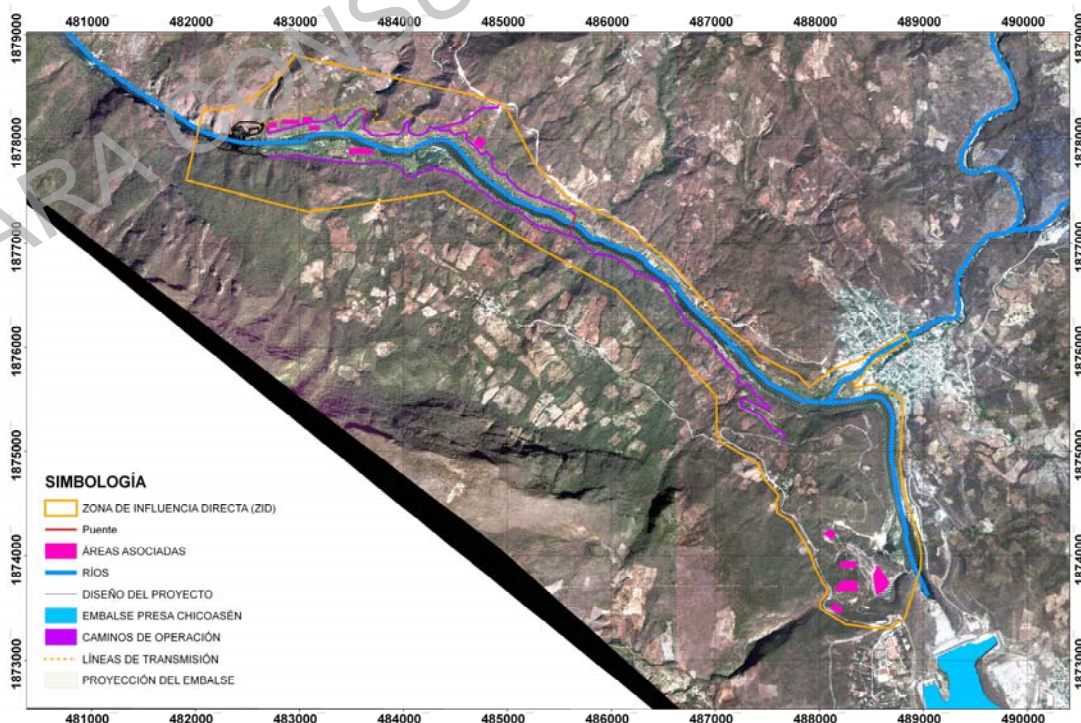


Figura 4.1 Ubicación de los polígonos de las superficies requeridas por el proyecto.

Es importante señalar que las principales actividades del proyecto durante las etapas de construcción y la de operación se ubicarán solo dentro de esta zona, que de acuerdo a lo descrito en el Capítulo 2 Descripción de Obras y Actividades.

#### 4.1.2. Delimitación preliminar de la Zona de Influencia Indirecta (ZII)

Para la delimitación de la **Zona de Influencia Indirecta (ZII)** se consideraron los siguientes criterios:

##### 4.1.2.1. Criterios de delimitación

###### A. Características del proyecto

**Ubicación del proyecto.** El Proyecto Hidroeléctrico Chicoasén II, se localiza en el cauce del río Grijalva en un tramo actualmente ya regulado comprendido entre las presas Chicoasén y Malpaso, a una distancia de 8,5 km aguas debajo de la Central Hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres (CH Chicoasén) siguiendo la trayectoria del río. Las superficies directamente afectables por el proyecto pertenecen al ejido y municipio de Chicoasén.

**Dimensiones y superficie requerida.-** La finalidad del proyecto es generar electricidad utilizando los volúmenes turbinados en la C. H. Chicoasén, mediante la construcción de una presa de 45 m de altura y la creación de un embalse de 188,6 ha de superficie, aprovechando un segmento de 8,5 km de los 20 km del tramo del río Grijalva ubicado entre ambas presas mencionadas anteriormente (Figura 4.2). La superficie afectable por el desplante de las diferentes obras del proyecto suma un total de **221,8 ha**.

Presa	Altura de cortina (m)	Área de embalse (km <sup>2</sup> )	Generación media anual (kWh)
Chicoasén II	45	1,88	502
SERM Jiliapan	32	0,94	373
La Yesca	210	34,92	1 210
La Parota	162	137,28	1 352
El Cajón	186	39,82	1 207

Tabla 4.1 Comparación de las dimensiones del PH Chicoasén II con proyectos autorizados

###### B. Afectaciones potenciales

De acuerdo a lo descrito en el Capítulo 2 Descripción de Obras y Actividades, las acciones del proyecto inicialmente identificadas que tendrán efectos en el entorno del proyecto son:

- Desmonte y despalme
- Operación de maquinaria y equipo
- Excavaciones, rellenos, cortes y nivelaciones
- Generación de residuos sólidos
- Generación y descarga de aguas residuales
- Formación de embalse
- Operación de la futura central

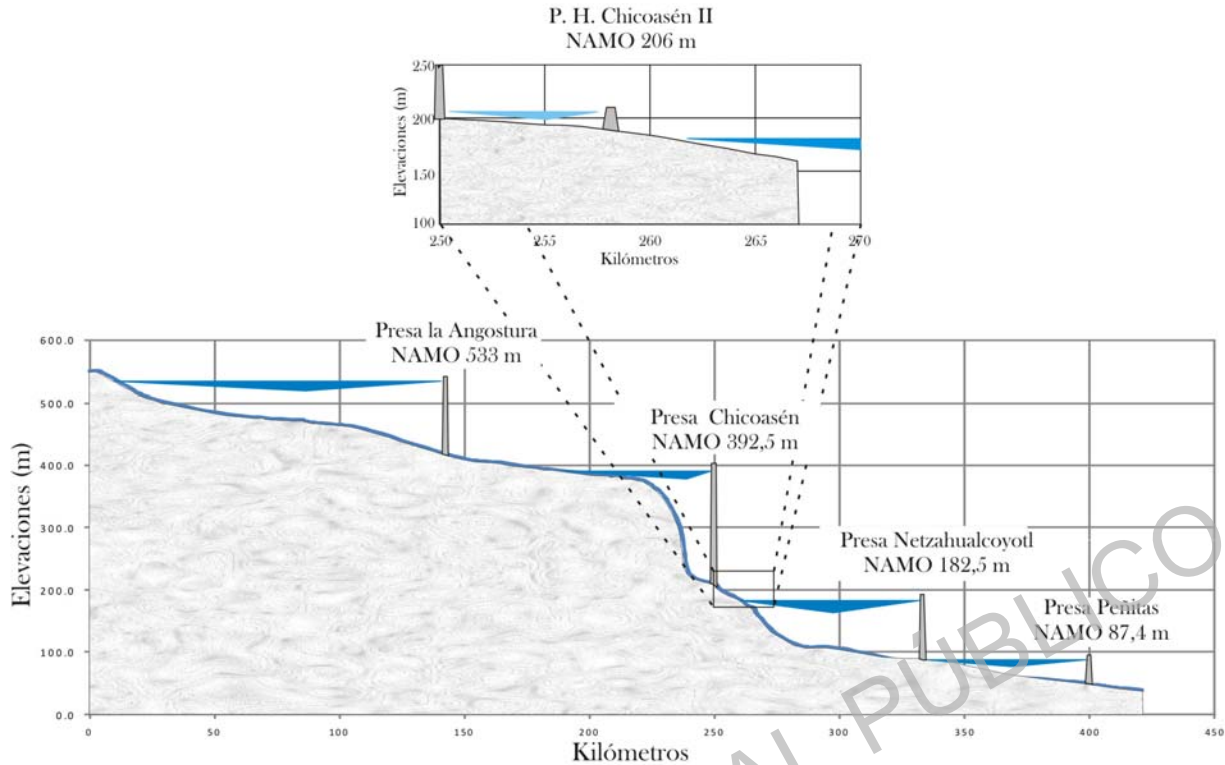


Figura 4.2 Perfil del río Grijalva desde la presa La Angostura hasta Peñitas

Entre los impactos previsibles característicos de los proyectos hidroeléctricos se mencionan los siguientes:

- Modificación de régimen hidrológico
- Pérdida de cobertura vegetal
- Desplazamiento de fauna terrestre
- Reducción de hábitat
- Cambio de un sistema lótico a un sistema léntico
- Efecto barrera

**C.** *Subcuenca y microcuenca hidrológica donde se ubica el proyecto hidroeléctrico*

Por la ubicación del proyecto, este recibe las aportaciones hídricas del desfogue de la CH de Chicoasén y las del río Chicoasén, como se puede observar en la Figura 4.1.

El control que se tiene del gasto proveniente de la CH Chicoasén, nos proporcionan la entrada al sistema que definirá al sistema ambiental para el proyecto; es por ello que se determina la delimitación de la subcuenca del río Chicoasén, el cual recibe las aportaciones de los ríos Bochil y Chico.

En la delimitación de la subcuencas y microcuencas, se empleó el continuo de elevaciones mexicano editado por el INEGI cuyas características se observan enseguida:

- 1) Las alturas están en valores enteros con signo en forma binaria utilizando 16 bits para cada dato.

- 2) La información se proporciona en coordenadas geográficas.
- 3) Las unidades Z están en metros.
- 4) El datum es ITRF92 época 1988.0; elipsoide GRS80.

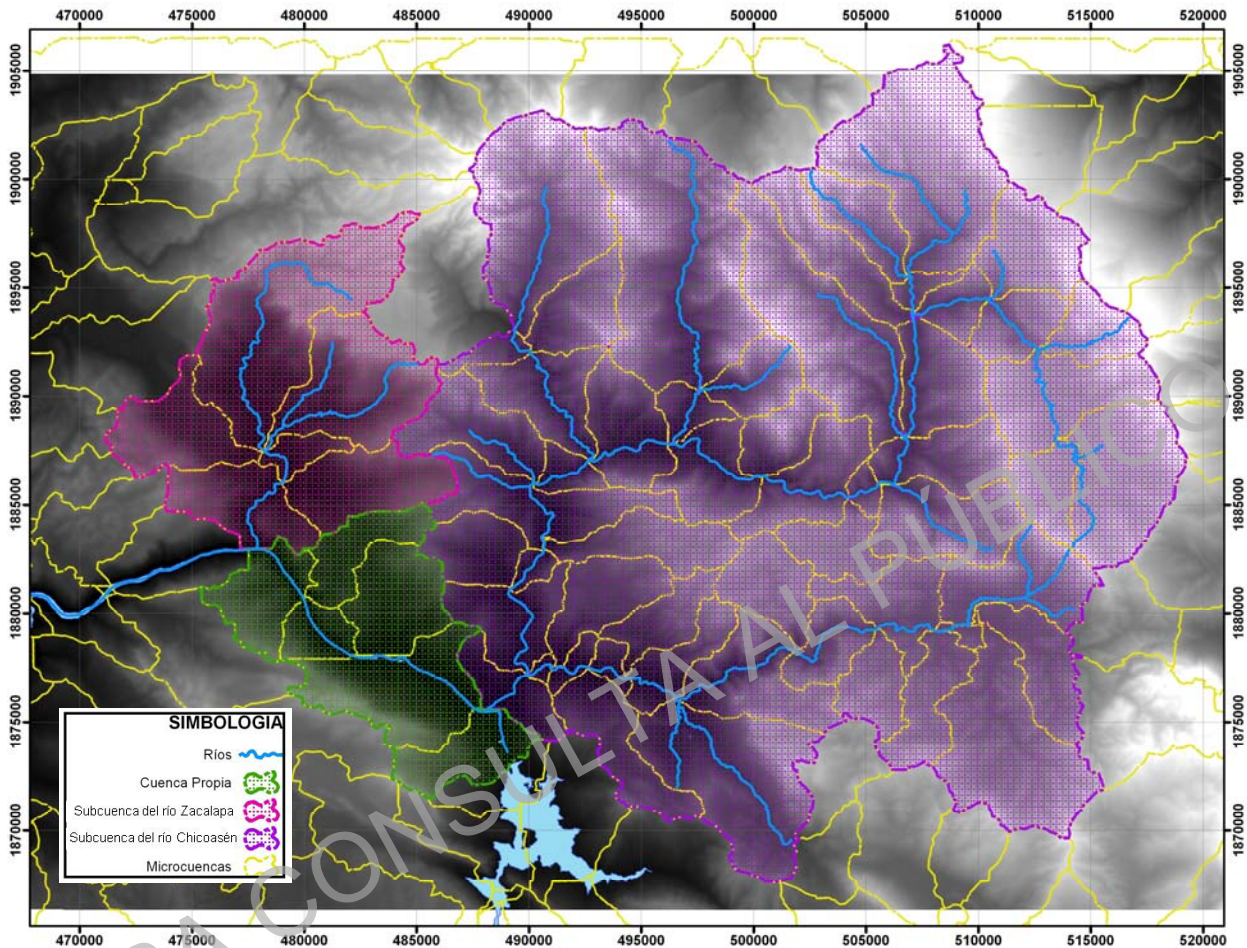


Figura 4.3 Delimitación de las subcuencas y microcuencas en el tramo de río en estudio.

Para su manejo se empleó el programa ArcGis ArcInfo 9.2 con la extensión de Spatial Analyst y el modelo para delinear cuencas, programado como una herramienta que se activa en la caja de herramientas de esta plataforma, la cual se llama Watershed Delineation Tools, y en si es un modelo de geoprocésamiento de ArcGis. Para un manejo de los productos y se emplea la proyección UTM con el Datum horizontal WGS84.

El proceso metodológico, comprende una serie de algoritmos aplicados mediante el software ya descrito, donde el Modelo Digital de Elevación (MDE) es sometido a una corrección de datos con la herramienta FILL, la cual encuentra las depresiones (sus elevaciones son las más bajas que sus celdas vecinas) y entonces las *rellena* a la elevación de su vecino con la elevación más baja, para obtener una superficie hidrológicamente correcta necesaria para el análisis, de esta forma el MDE esta listo para determinar la dirección de flujo y en seguida la acumulación de flujo, pasos previos requeridos para ejecutar el algoritmo que determina la delimitación de cuencas.

Con este proceso se llega a la obtención de la subcuenca del río Chicoasén y las microcuencas que drenan al tramo del río Grijalva. Esta primera aproximación nos delimita las microcuencas

contiguas al sitio para el desarrollo del PH Chicoasén II; en la Figura 4.3 se muestra en color verde esta área, la cual termina hasta antes de la confluencia con el río Zacalapa; si bien la hidrodinámica es modificada por el funcionamiento del proyecto, se considera a esta área como la unidad ambiental de influencia indirecta por presentar un cañón hasta la confluencia con la cola del embalse de la presa de Malpaso, sitio donde la hidrodinámica cambia drásticamente de lótico a léntico.

Este criterio de delimitación por microcuencas, en principio nos permitirá entender las interrelaciones entre el relieve, suelo, clima y vegetación (Cotler *et al* 2004). Sin embargo, dado que el aprovechamiento del río, se basa solo en el gasto de turbinación de la CH Chicoasén, la selección de las microcuencas en principio son las contiguas al colector principal, que en este tramo de río es el río Grijalva.

Esto considera el criterio que justifica la utilización de delimitar las unidades de cuencas, para que en lo posible se conserve la integridad de la red hidrológica, y permita conocer el comportamiento hidrodinámico, al tener en cuenta las entradas y salidas al sistema, observado la continuidad en los patrones de distribución del uso de suelo, su cobertura vegetal y las posibles regiones biogeográficas (INE 2003).

El Sistema Ambiental Regional inicialmente delimitado para el PH Chicoasén II, tiene una superficie de 16 718 ha conformada por las microcuencas adyacentes al río Grijalva en el tramo comprendido entre la presa Chicoasén y el embalse de la presa Malpaso.

La caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional que a continuación se realiza, se enfoca sobre estas dos zonas.

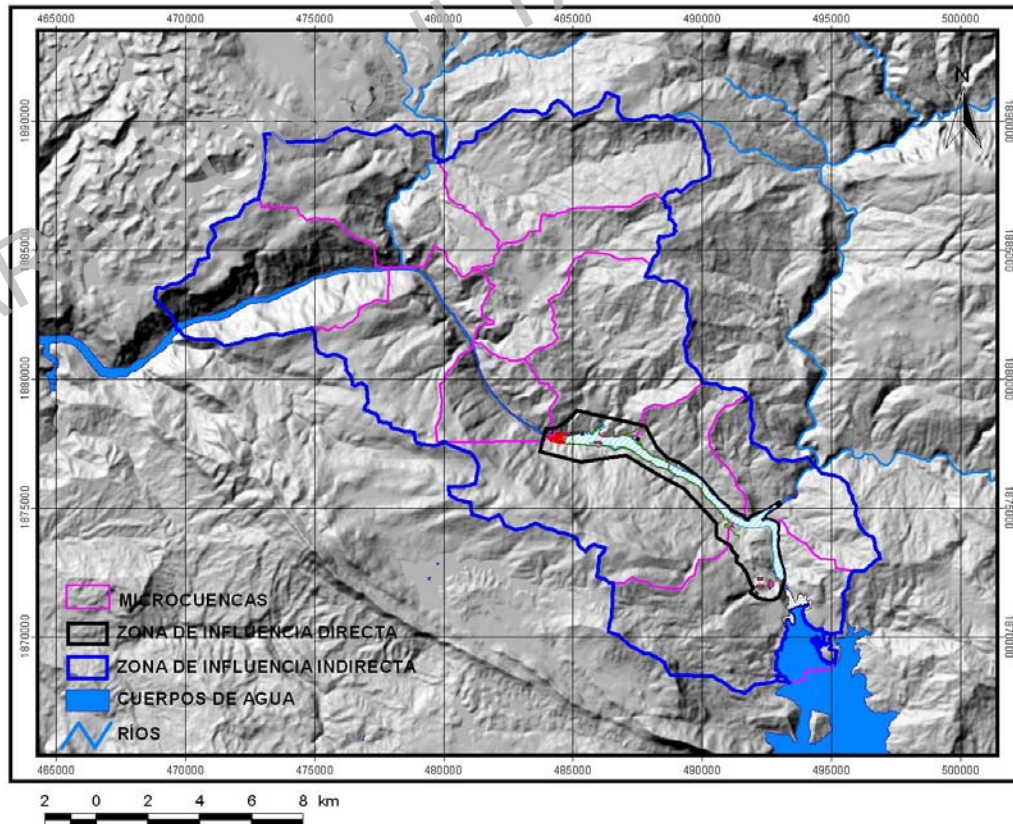


Figura 4.4 Sistema Ambiental Regional del PH Chicoasén

## 4.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

### 4.2.1. Aspectos AbióticosClima

Para la identificación de los tipos de clima presentes en el SAR, inicialmente se realizó basándose al mapa de tipos de climas de la República Mexicana, escala 1:1 000 000 (García E.-CONABIO 1998). Posteriormente se realizó la recopilación y análisis estadístico de los registros históricos de las estaciones climatológicas existentes en el SAR.

#### A. Tipos de clima en el SAR

Los tipos de clima identificados en el SAR (Plano 4.2.1.1) de acuerdo a la clasificación de Climas de la República Mexicana (García, E.-CONABIO 1998) son:

**Awo Cálido subhúmedo**, temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43,2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10,2% del total anual. Este tipo de clima cubre la mitad del SAR, desde la presa Chicoasén y aguas abajo del sitio de proyecto, quedando inmersa en este tipo de clima toda la Zona de Influencia Directa (ZID).

**Aw1 Cálido subhúmedo**, temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43,2 y 55,3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10,2% del total anual.

Las estaciones climatológicas (EC) localizadas en el SAR son: la EC Grijalva ubicada en la margen derecha del río Grijalva, en la zona de influencia directa y a 3,5 km en línea recta de la cortina y embalse Chicoasén; y la EC Chicoasén localizada en la presa y Zona de Influencia Indirecta del PH Chicoasén II.

Nombre	Localización	Altitud	Periodo analizado
Chicoasén	16° 56' 30" LN y 93° 05' 55" LW	405	2002 - 2009
Grijalva	16° 57' 55" LN y 93° 07' 10" LW	211	1965 – 2009

Tabla 4.2 Estaciones climatológicas (EC) localizadas en el SAR del PH Chicoasén II.

Los registros de ambas estaciones fueron analizados estadísticamente para obtener las temperaturas y precipitaciones medias mensuales, así como otros parámetros de importancia que permiten verificar el tipo de clima en la ZID del SAR (Tabla 4.3 y Tabla 4.4).

Parámetro	EC Grijalva	EC Chicoasén
Temperatura media anual (°C)	27,47	26,2
Temperatura del mes más frío (°C)	24,74	23,2
Precipitación total anual (mm)	942,82	1 076,0
Precipitación del mes más seco (mm)	3,64	2,4
Temporada de lluvias	mayo a octubre	mayo a octubre
Índice P/T	34,32	41,05
Porcentaje de lluvia invernal	2,39	3,0
Oscilación térmica	5,91	5,79

Tabla 4.3 Parámetros climáticos de las estaciones climatológicas

Mes	EC Grijalva		EC Chicoasén	
	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)
Enero	24,74	4,28	23,24	4,21
Febrero	25,70	5,46	24,78	2,40
Marzo	28,14	3,64	26,93	6,09
Abril	30,09	15,69	28,95	13,61
Mayo	30,65	84,38	29,03	111,60
Junio	29,14	202,86	27,49	226,61
Julio	27,94	159,95	27,14	158,53
Agosto	27,82	188,33	27,26	178,96
Septiembre	27,76	172,55	26,86	191,99
Octubre	26,88	77,91	25,85	140,31
Noviembre	25,88	18,54	23,78	22,10
Diciembre	24,85	9,24	23,20	19,59

Tabla 4.4 Promedios mensuales de precipitación y temperatura en las Estación Climatológicas

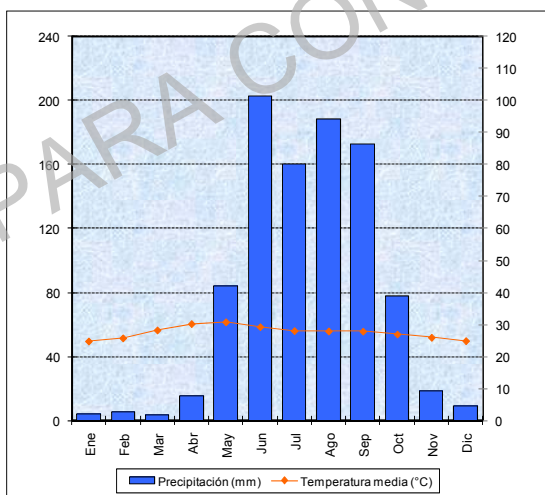
Con los datos de la tabla anterior se construyeron los climogramas correspondientes para cada estación, de acuerdo al índice de Gausen expresado de la siguiente manera:

$$P = 2T$$

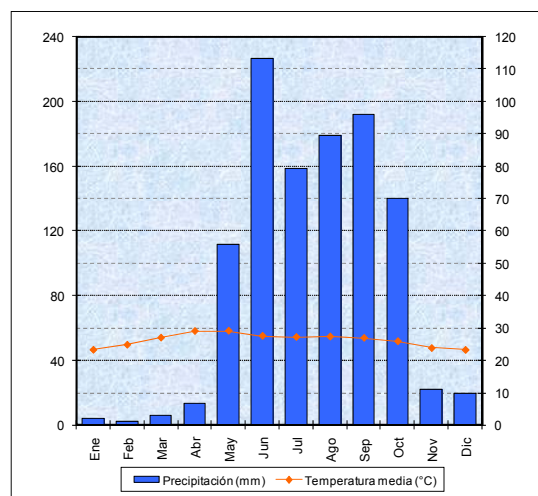
Donde:

P = Precipitación

T = Temperatura



5) EC Grijalva



6) EC Chicoasén

Figura 4.5 Climogramas de las estaciones climatológicas en el SAR del PH Chicoasén II

De acuerdo a los resultados mostrados en las tablas y figura anteriores, se observa que ambas estaciones registran temperaturas medias anuales superiores a los 22 °C, con diferencias entre ambas de 1,26 °C, con poca diferencias entre la temperatura del mes más cálido y el más frío y la temperatura media más alta se registra en mayo en ambas estaciones. Con respecto a las

condiciones de humedad, la época de lluvias inicia al final de la primavera, dura todo el verano y finaliza a principios del otoño; el porcentaje de lluvia invernal es inferior a 5 con respecto a la precipitación total anual y el índice de humedad en ambos casos es inferior a 43,2.

De acuerdo a lo anterior y la clasificación climática de Köppen adaptada a las condiciones de la República Mexicana por E. García (1973), se confirma que el tipo de clima en las zonas de estudio es:

**Aw0(w)(i')g.- Cálido subhúmedo con lluvias de verano**, con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5 de la anual; índice de humedad P/T menor a 43,2, con poca diferencia (entre 5° y 7°C) de la temperatura media del mes más cálido a la del mes más frío y la temperatura es de tipo Ganges debido a que la temperatura media más alta se registra antes del verano.

### B. Temperatura

La siguiente figura muestra el comportamiento de las temperaturas a lo largo del año en las dos estaciones climatológicas analizadas. Como se puede observar, las temperaturas en la EC Grijalva son más altas con respecto a las registradas en la EC Chicoasén, las diferencias en las medias oscilan entre los 0,5 y 2 °C, en las máximas varía de 1,9 a 4 °C, mientras que en las mínimas, las diferencias son inferiores a 1 °C. Los meses más cálidos de acuerdo a los registros de ambas estaciones, se presentan en abril y mayo con temperaturas medias de 28,9 y 29 °C respectivamente para la EC Chicoasén y de 30 °C en la EC Grijalva (Figura 4.6).

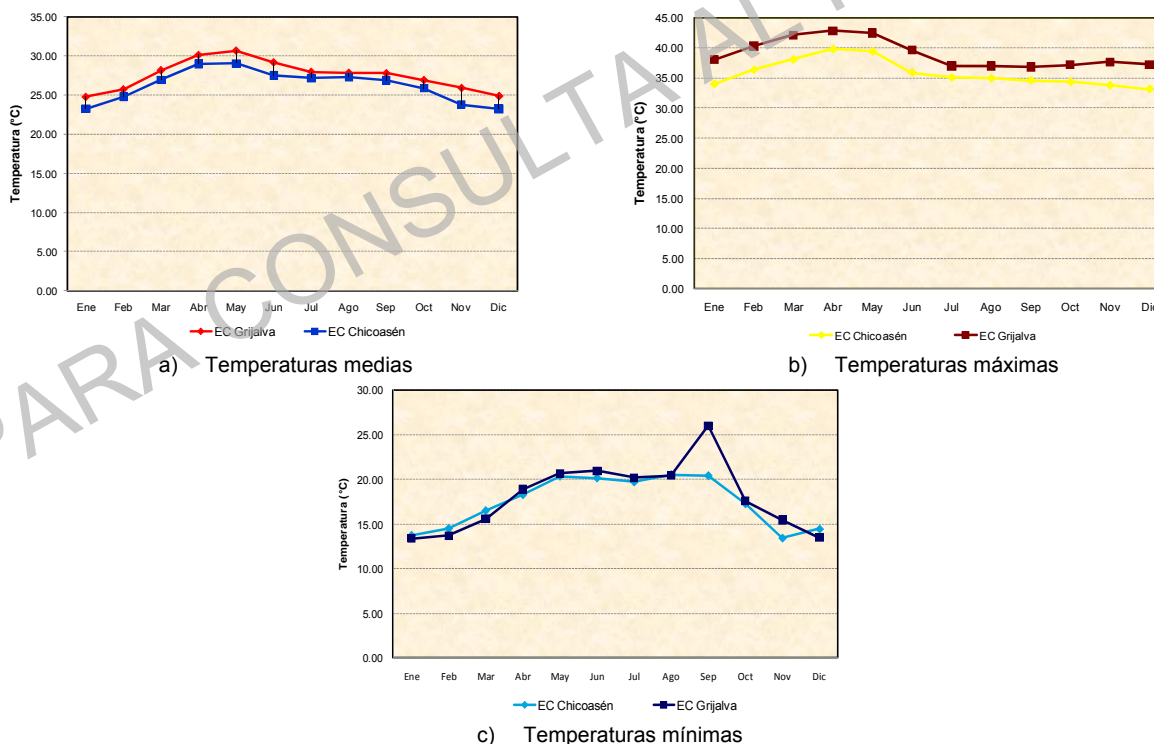


Figura 4.6 Comportamiento anual de la temperatura en las estaciones climatológicas del SAR PH Chicoasén II.

### C. Precipitación

El promedio de la precipitación total anual en la EC Grijalva es de 942,8 mm, mientras que en la EC Chicoasén es de 1 076 mm. En ambas estaciones el mes con registros más altos de



precipitación es junio, por arriba de los 200 mm (Figura 4.7a). La mayor parte del año la precipitación mensual es mayor en la EC Chicoasén; en ambas estaciones se presenta un ligero descenso en el mes de julio debido a la ausencia de precipitación y/o sequía intraestival. La época de estiaje tiene una duración de seis meses (noviembre a abril), con precipitaciones que van de 3,6 a 18,54 mm en la EC Grijalva y de 2,4 a 22 mm en la EC Chicoasén.

#### D. Evaporación

Con respecto a las condiciones de evaporación total mensual y anual, estas al igual que la precipitación son ligeramente mayores en la EC Chicoasén, no obstante que esta estación se localiza muy cerca del embalse. En ambas estaciones las máximas evaporaciones registran valores de poco más de los 200 mm y coinciden con los meses más calurosos del año (marzo, abril y mayo) (Figura 4.7b).

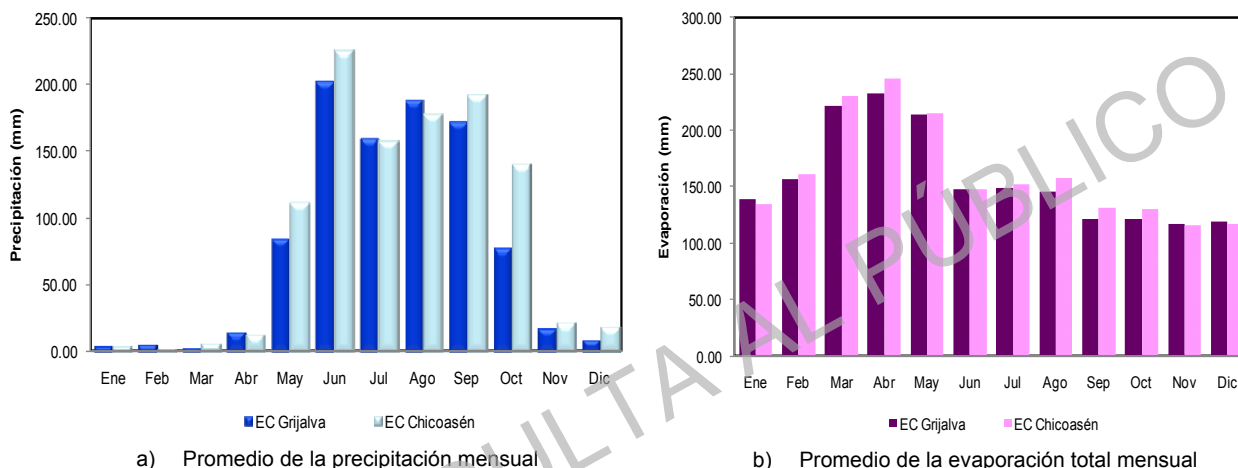


Figura 4.7 Promedios de las precipitaciones y evaporaciones en las estaciones climatológicas del SAR PH Chicoasén II.

#### E. Vientos dominantes (dirección y velocidad)

De acuerdo a los registros de este parámetro, en la EC Grijalva, la dirección de los vientos dominantes es hacia el Noroeste, con velocidad de 2 m/s; con menor frecuencia se presentan vientos en dirección Oeste con velocidad de 3 m/s; de acuerdo a la escala de Beaufort, se clasifican como vientos suaves donde se observan ligeros movimientos en las hojas de los árboles y se siente ligeramente en el rostro (Figura 4.8).

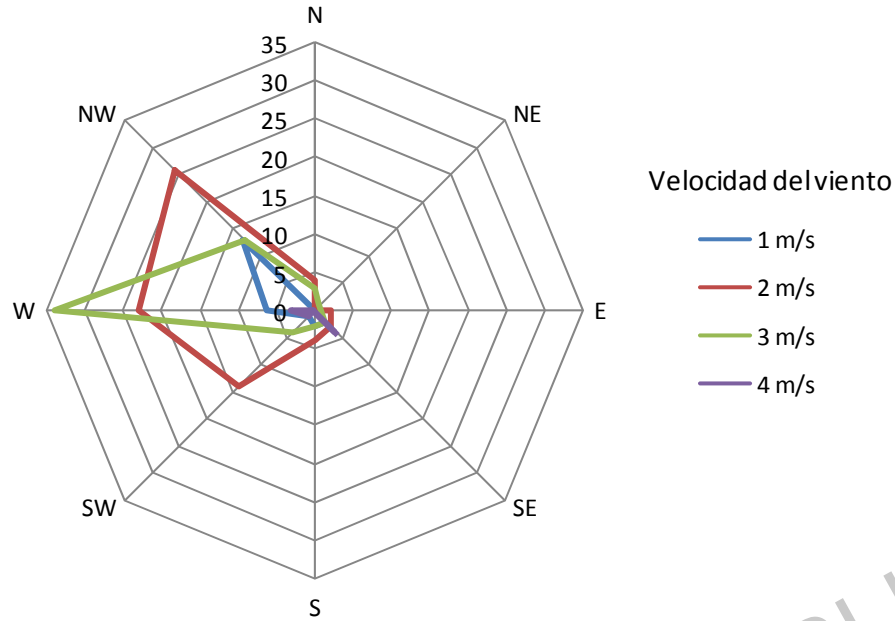


Figura 4.8 Frecuencia de la dirección del viento registrada en la EC Grijalva.

La dirección predominante registrada en la estación Chicoasén es de Oeste y Noroeste en todo el año (Figura 4.9), la mayor frecuencia se observó en el mes de diciembre. La dirección menos frecuente fue del Norte solo se presentó en dos ocasiones en el periodo analizado.

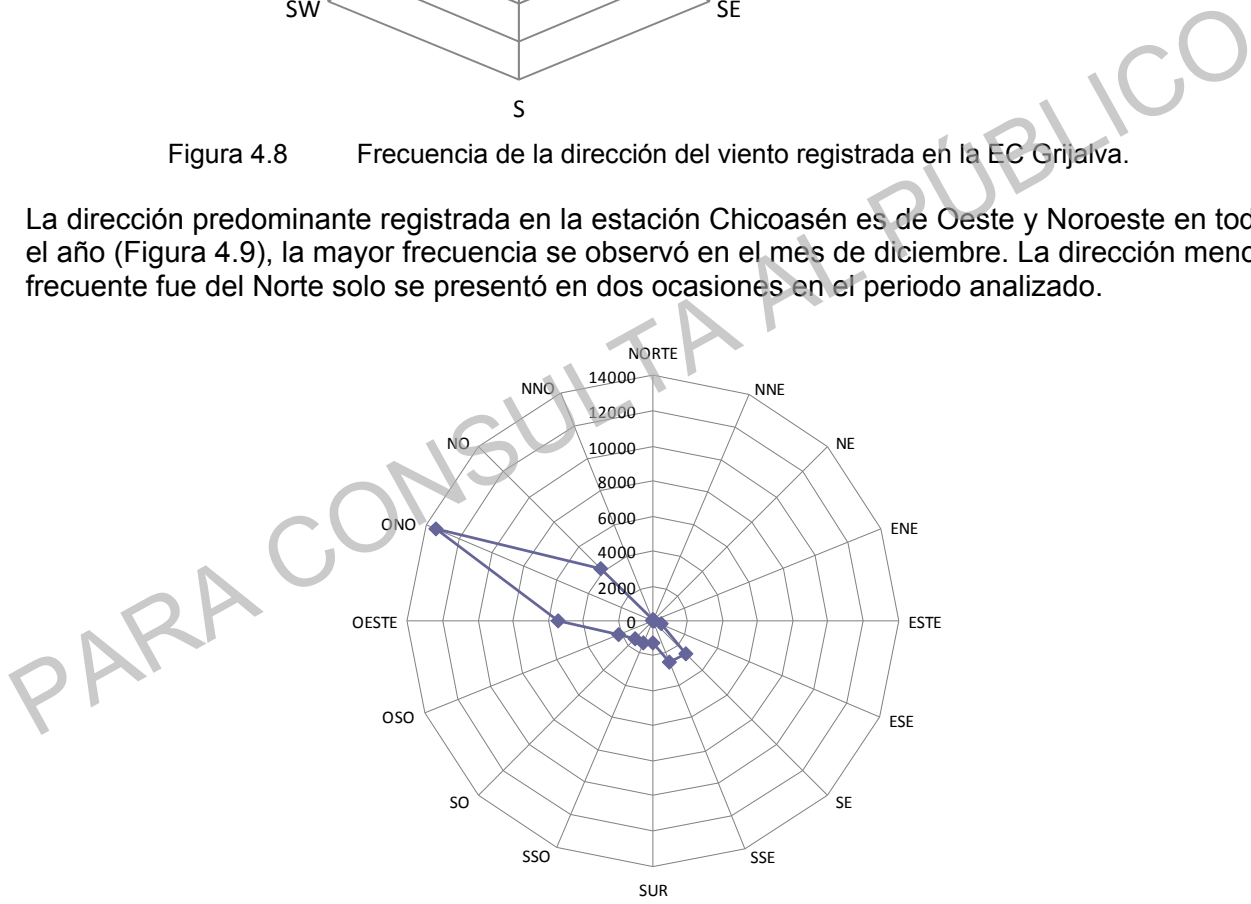


Figura 4.9 Dirección del viento registrada en la EC Chicoasén

### 4.2.1.2. Geomorfología Y Geología

#### A. Características del relieve en el SAR del PH Chicoasén II

Para la descripción del relieve, se tuvo un primer acercamiento aplicando el índice de posición topográfico (IPT), el cual se obtiene de manera rápida y repetible la clasificación del relieve dentro de una posición de pendiente y se categoriza el paisaje usando los valores del índice.

Empleando el MDE (ERSDAC 2007) recortado del satélite al SAR del PH Chicoasén II, y mediante el programa de ArcView GIS 3.3 con la extensión TPI (Topographic Position Index (TPI) v. 1.3<sup>a</sup>), se obtuvo la clasificación del relieve presente en el SAR, así como el grado de las pendientes del terreno. Las características del DEM empleado para esta tarea se muestran en la siguiente tabla.

Tile Size	3601 x 3601 (1°-by-1°)
Posting interval	1 arc-second (30,53242422 - 30,53242422 m)
Geographic coordinates	Geographic latitude and longitude
DEM output format	GeoTIFF, signed 16 bits, and 1m/DN Referenced to the WGS84/EGM96 geoid
Special DN values	-9999 for void pixels, and 0 for sea water body
Coverage	North 83° to south 83°, 22,600 tiles for Version 1

Tabla 4.5 Características del MDE ASTER-GDEM

La Figura 4.10 nos muestra el mapa de los rangos de pendientes presentes en el SAR, con esta base se puede decir que en la zona de obras se encuentran las pendientes suaves sobre el lecho del río menores a 10°, sin embargo inmediatamente en las laderas de ambas márgenes, se tienen inclinaciones con un rango de los 20 a 40°, lo que se continúa por el resto de cañón hacia aguas abajo del sitio de obras, llegando a presentarse las máximas pendientes por arriba de los 70°, indicadas en color azul fuerte.

El MDE nos indica que las elevaciones dentro del SAR van de los 180 msnm hasta los 1 640 msnm localizadas en la parte mas sureña del SAR (Figura 4.11a). Así podemos observar que la zona encañonada inicia justo aguas abajo de la zona de obras de PH Chicoasén II.

En la Figura 4.11b, el modelo nos indica en rojo las zonas encañonadas y dominando en toda la región una pendiente moderada (0-20°).

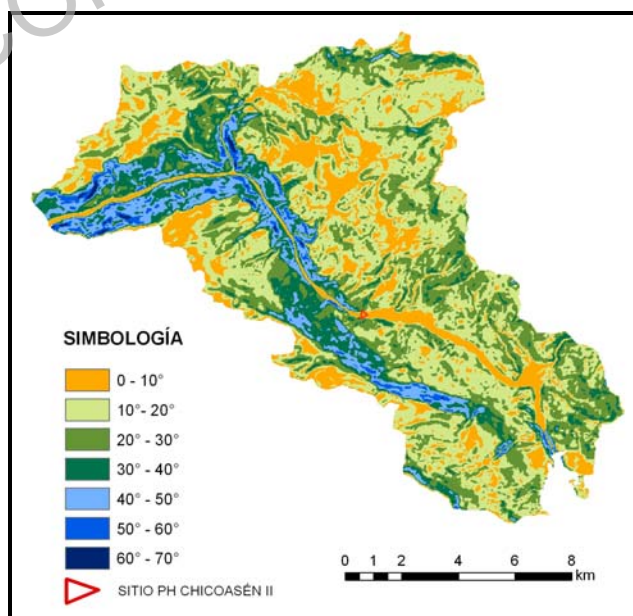


Figura 4.10 Ángulo de inclinación de las pendientes presentes en el SAR del PH Chicoasén II

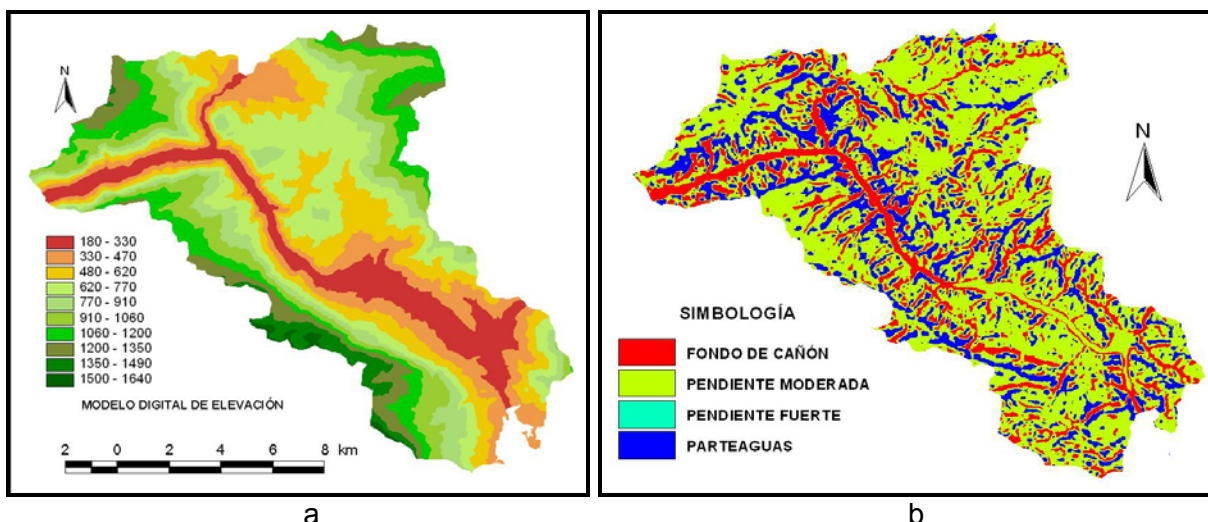


Figura 4.11 Atributos topográficos: elevación (m) en las geoformas presentes, de acuerdo al MDE.

### B. Características geomorfológicas del SAR

La caracterización geomorfológica se obtuvo bajo el marco teórico sugerido por Spiridovov (1981), y mediante la aplicación de diversos módulos del sistema de información geográfica (SIG) Arc Map / Arc Info ver. 9.2 (Priego *et al* 2003), utilizando como insumo básico la información topográfica de INEGI (1999, 2003, 2003a, 2004) escala 1: 50 000. Una vez obtenidas, el mapa de las unidades geomorfológicas generales, se procedió a la integración de información litológica obtenida del INEGI (2002), Servicio Geológico Mexicano (2005 y 2005a), y trabajo de campo, generando un mapa morfogenético.

Con la finalidad de obtener unidades de paisaje a nivel superior o de primer orden (localidad), se procedió a la intersección del mapa anterior con uno de climas (PEOT 2005), cabe señalar que la información de este mapa fue aproximada a través del mapa de vegetación escala 1: 50 000. El resultado final fue la obtención de las unidades morfoclimáticas.

Para la obtención de las unidades inferiores o de segundo orden del paisaje, se apoyó en la interpretación del modelo digital de elevación (MDE), las geoformas específicas obtenidas fueron las siguientes: a) Complejos de Cimas y Puertos, b) Cornisas, c) Laderas. Posteriormente, se determinó el ángulo de inclinación para cada una de estas unidades, de acuerdo con Priego *et al.* (2010).

Debido a la cantidad de información contenida en el mapa de paisajes geomorfológicos, se realizó una generalización conceptual y cartográfica a partir de la disección vertical y litología para cada unidad morfoclimática; este procedimiento sintetiza y reagrupa las unidades que cuentan con una misma génesis del relieve.

Por último, se realizó la incorporación de los tipos de vegetación y usos de suelo a las unidades del paisaje, mediante una sobreposición de capas. Cabe mencionar que toda la información cartográfica presenta un área mínima de 4 ha (Priego *op cit*), así como una representación de fondo cualitativo y simbología lineal.

Como resultado de la aplicación anterior se obtuvo el mapa de paisajes morfogenéticos para el SAR del PH Chicoasén II.

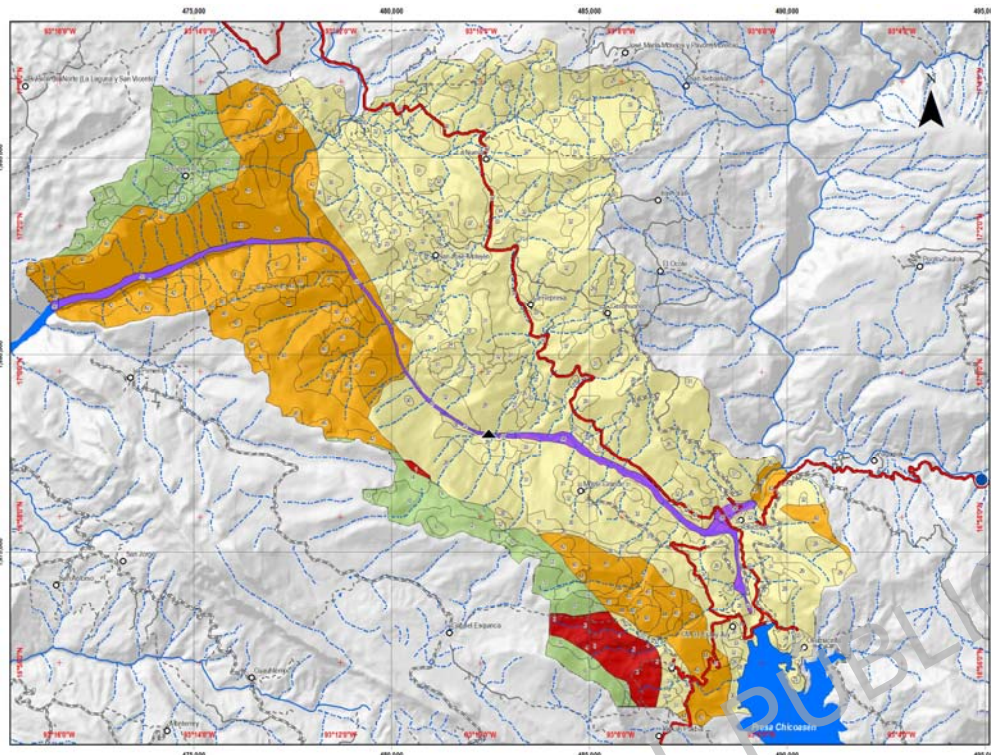


Figura 4.12 Paisaje físico geográfico del SAR PH Chicoasén II.

	Unidades	Superficie ha
I	Montañas tectónico – erosivas medianamente diseccionadas (DV=250 – 500 m/km <sup>2</sup> ), formadas por Lutita	337,66
II	Montañas tectónico erosivas – kársticas ligeramente a fuertemente diseccionadas (DV > 100 m/km <sup>2</sup> ), formadas por roca Caliza	1 481,78
III	Montañas tectónico - erosivas ligeramente a fuertemente diseccionadas (DV > 100 m/km <sup>2</sup> ), formadas por Lutita, Limolita – Arenisca	10 137,57
IV	Montañas tectónico erosivas – kársticas ligera a fuertemente diseccionadas (DV > 100 m/km <sup>2</sup> ), formadas por roca Caliza – Dolomita	4 418,33
V	Valle tectónico – fluvial, formado por depósitos aluviales poligenéticos.	342,59

Tabla 4.6 Unidades de paisaje presentes en el SAR.

De acuerdo a lo anterior y realizando un análisis de la estructura horizontal de los paisajes (Tabla 4.6), se puede afirmar que la unidad superior dominante y más heterogénea en el SAR es el denominado como “III. Montañas tectónico erosivas – ligeramente a fuertemente diseccionadas (DV > 100 m/km<sup>2</sup>), formadas por Lutita, Limolita - Arenisca, en clima cálido subhúmedo, con Bosque, Selva, Agricultura y Vegetación secundaria”, con una extensión de 10 137 ha. Este tipo de paisaje se localiza en la zona baja del SAR (< a los 1 100 m.s.n.m.), formando dos bloques distribuidos en la parte Centro, Noreste y Sureste; dicho ecosistema

está conformado por veinte unidades inferiores y doscientos seis polígonos; siendo la unidad número 30 (Laderas fuertemente inclinadas ( $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ) con Selva baja caducifolia con vegetación secundaria, Agricultura de temporal, Selva baja caducifolia, Selva mediana subcaducifolia, Asentamientos humanos y áreas sin vegetación aparente), el paisaje más dominante a nivel inferior.

En contraste a lo anterior, el paisaje superior menos dominante y más homogéneo es la unidad: "I Montañas tectónico – erosivas medianamente diseccionadas ( $DV = 250 - 500 \text{ m/km}^2$ ), formadas por Lutita – Arenisca, en clima semicálido subhúmedo, con Bosque, Selva y Agricultura", con una extensión de 337 ha, este tipo de paisaje se localiza en la parte Suroeste del SAR a una altitud superior a los 1 100 msnm formando un solo bloque. Este ecosistema está integrado por cuatro unidades inferiores y diez polígonos; siendo la unidad número 1 (Laderas muy fuertemente inclinadas ( $30^{\circ} - 45^{\circ}$ ) con Selva baja caducifolia con vegetación secundaria), el paisaje de menor extensión con tan solo 10,46 ha.

Por último, el proyecto impactará directamente a las unidades de paisaje 29, 30, 31, 32, 52, 54 y 57, las cuales integran las unidades superiores III (Montañas tectónico - erosivas ligeramente a fuertemente diseccionadas ( $DV > 100 \text{ m/km}^2$ ), formadas por Lutita, Limolita-Arenisca, en clima cálido subhúmedo, con Bosque, Selva, Agricultura y Vegetación secundaria) y V (Valle tectónico – fluvial, formado por depósitos aluviales poligenéticos, en clima cálido subhúmedo, con Bosque, Selva, Agricultura, sin vegetación aparente, Agricultura y Vegetación secundaria).

### C. Características litológicas del SAR

La caracterización de la geología tanto de la Zona de Influencia Indirecta (ZII) como de la Zona de Influencia Directa (ZID) se realizó basándose en los estudios que ha realizado la gerencia de Estudios de Ingeniería Civil de la Comisión Federal de Electricidad a lo largo de la segunda mitad del siglo pasado.

La secuencia litológica expuesta en el área está representada por rocas sedimentarias, tanto de origen químico como detrítico, siendo las primeras las más antiguas (calizas y dolomías), pues pertenecen al Cretácico Medio y Superior, mientras que las segundas, al Terciario y Cuaternario. La sedimentación en el Terciario consistió principalmente de una alternancia de lutitas, areniscas, calizas lacustres y margas, desde el Paleoceno hasta el Cuaternario, mientras que los conglomerados se encuentran restringidos, en particular hacia el Paleoceno Superior y Eoceno.

A continuación se describe la secuencia de rocas que afloran en la región y la Figura 4.13 muestra la relación estratigráfica (Plano 4.2.1.2).

**Formación Sierra Madre (Cretácico Medio, Kmsm).**- Constituye la unidad estratigráfica más antigua que aflora en la región y está representada principalmente por dolomías y calizas dolomitizadas de color crema y gris claro, con estratificación de delgada a gruesa (0,08 a 3,00 m de espesor), que contiene horizontes escasos de dolomía en capas delgadas, de pocos milímetros a 0,12 m, y presenta escasos nódulos y bandas de pedernal; la roca es dura, compacta, sacaroidea y resistente a la erosión.

Aflora ampliamente en la zona de confluencia del arroyo Copainalá y en el embalse de la presa Malpaso.

**Formación Angostura (Cretácico Superior, Ksa).**- Esta constituida principalmente por calizas biógenas y arcillosas de color gris crema a castaño claro de textura fina y están estratificadas

en capas de 0,30 a 3,50 m de espesor y en la cima se observa un paquete de brechas calcáreas de color gris claro en capas gruesas de 2,5 m y gradúan hasta masivas; el espesor total de esta formación se estima en 1 200 m en el área de estudio; aflora aguas abajo del sitio de proyecto sobre ambas márgenes del río Grijalva, así como en el arroyo Copainalá y cubre concordantemente a la Formación Sierra Madre, mientras que su contacto superior es discordante con la Formación Soyaló.

**Formación Soyaló (Paleoceno, Tp).**- En la región se han diferenciado los dos miembros con características litológicas diferentes que se describen a continuación:

**Miembro inferior (Tp-1).**- Esta representado por lutitas de colores negro, gris verdoso y pardo amarillento, en capas laminares, blandas y fisiles: contienen intercalaciones de areniscas de color pardo y ocasionalmente margas en estratos de 0,06 a 0,10 m de espesor de color gris a gris amarillento, que se observan en los cortes de la carretera Chicoasén Copainalá. En la base, en contacto discordante con la Formación Angostura, se observa una alternativa de calcilutitas y calcarenitas con aproximadamente 8 m de espesor, que afloran en la entrada al cañón del arroyo Copainalá.

**Miembro superior (Tp-II).**- Está Formado por una secuencia de areniscas de grano grueso a medio y conglomerados polimicticos, duros y competentes, con fragmentos de cuarzo y caliza con cementante calcáreo de color gris pardo, presenta alteraciones con tonalidad ocre, ocasionalmente, se encuentran algunas capas de caliza.

En esta región, su contacto inferior es discordante con la Formación Angostura, mientras que el contacto superior presenta el mismo comportamiento con los lechos rojos de la Formación El Bosque. Su espesor calculado es de unos 400 m.

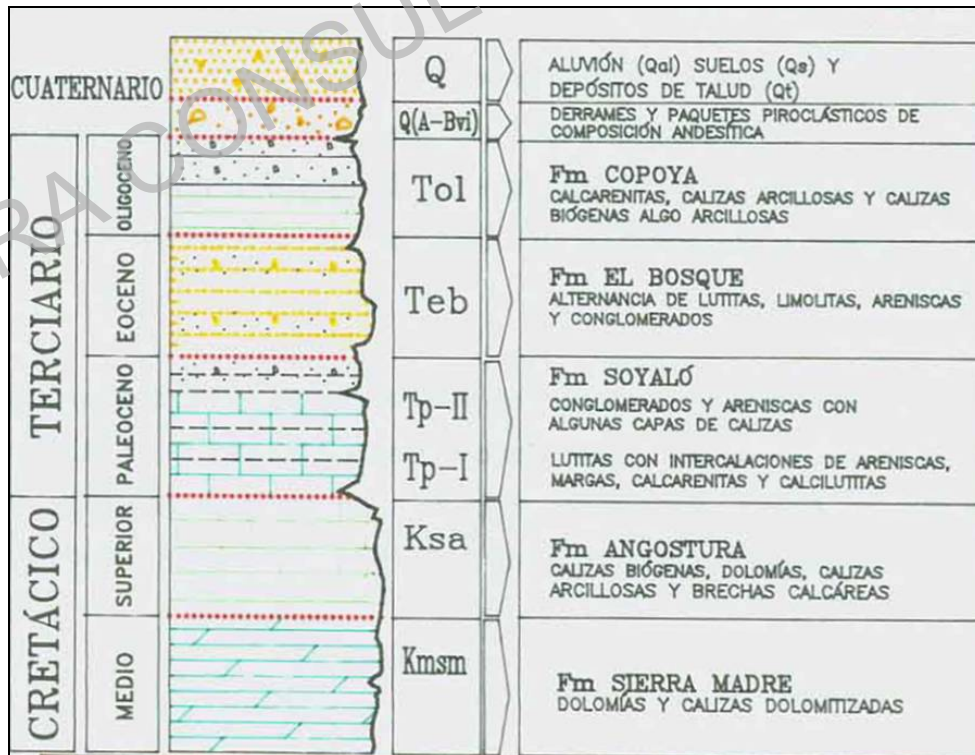


Figura 4.13 Columna Estratigráfica del Sistema Ambiental Regional

**Formación El Bosque (Eoceno, Teb).**- Esta constituida por una secuencia de lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados, depositada en un ambiente continental y marino en facies de litoral. Las areniscas son de coloración rojiza, con tonalidades pardas a gris verdosas de grano medio, con fragmentos de rocas ígneas intrusivas; sus contactos inferior y superior son discordantes. Aflora en el camino Copainalá – Coapilla.

**Formación Copoya (Oligoceno, Tol).**- Está constituida por rocas calcáreas de ambiente marino de facies de plataforma con influencia terrígena; son principalmente calizas biógenas, algo arcillosas, y calcarenitas de grano medio, de color gris claro con tonos de amarillo a gris oscuro, en estratos que varían de medianos a gruesos, con desarrollo de estilolíticas y abundante carso.

#### **D. *Estratigrafía de la zona de influencia directa (ZID)***

Las rocas presentes en el área de la boquilla son calizas y brechas calcáreas de la Formación Angostura y rocas terrígenas de la Formación Soyaló (Plano 4.2.1.2B). La primera por sus características se ha dividido en dos miembros los cuales se describen a continuación:

**Formación Angostura: Miembro Inferior (KsaU-1).**- Esta constituida por una alternancia de micritas, biomicritas y bioespatitas de color gris claro a crema; presenta además capas de calcarenita biógena, con fragmentos de microfósiles (bivalvos, rudistas y pelecípodos); la estratificación varía entre 0,30 a 3,50 m de espesor, y se observa una escasa disolución entre capas. Se trata de una roca dura y tenaz, se encuentra aflorando en ambas márgenes y su espesor se estima en 1 200 m.

**Formación Angostura: Miembro Superior (KsaU-2).**- Formado principalmente por brechas calcáreas intraformacionales, cuyos clastos son de rocas (calizas del miembro inferior y dolomitizadas de la Formación Sierra Madre) con tamaños que varían entre 0,05 a 0,80 m, que con el cementante calcáreo dan origen a una roca dura, densa y compacta; contiene además capas fosilíferas y arcillosas a diferentes horizontes de sedimentación así como nódulos y lentes de pedernal, siendo más frecuentes en su base.

**Formación Soyaló.**- Aquí aflora únicamente el miembro inferior (Tp-I) el cual consisten en una alternancia de lutitas y areniscas con estratificación cruzada en algunos lugares, en capas cuyos espesores varían de escasos milímetros a 0,05 m, ocasionalmente de 0,01 a 0,60 m así como de horizontes de conglomerados polimícticos, constituido por clastos de cuarzo y rocas metamórficas redondeadas a subredondeadas bien consolidados, de espesores que van de 0,01 a 0,06 m; asimismo, se tienen estratos de areniscas de grano grueso de color pardo oscuro, duras y compactas. En el contacto discordante y nítido con la formación Angostura se observan 8 m de calcilutitas y calcarenitas con depósito heterogéneo que forman parte de una secuencia transicional; los espesores de las capas de calcilutita varían de 0,01 a 0,06 m, mientras que las calcarenitas son de 0,02 a 0,17 m, esta secuencia se observa en ambas márgenes del río.

**Depósitos de Talud (Qdt).**- Están constituidos por gravas y bloques de calizas asociados a pendientes fuertes en las partes altas y se encuentran empacados en material arcillo-arenoso; los tamaños de los bloques varían de 1 a 6 m y se distribuyen con más frecuencia en la parte media y baja de la margen izquierda donde presenta pendiente suave, relacionados a la Falla Chicoasén Malpaso y fallas secundarias asociadas.

**Aluvión.**- Esta representado por arenas, limos y gravas, estas últimas redondeadas a subredondeadas que provienen de rocas ígneas metamórficas secundarias; las arenas son de



sílice de grano fino a medio, tienen espesores máximos de 16 m, se encuentran en el lecho del río y en ambas márgenes hasta la cota 212.

Las rocas que se encuentran en el área de embalse varían en edades comprendidas entre el Cretácico Superior y el Reciente, están constituidas por brechas intraformacionales y calizas fosilíferas del Campaniano-Maestrichtiano y lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados del Terciario, las dos primeras aflorando únicamente 600 m aguas arriba del sitio de boquilla, en la margen derecha, también aparecen en un tramo de 2,4 km, en ambas márgenes, rocas blandas impermeables.

### E. *Geología estructural y tectónica del SAR*

Dentro del contexto geológico estructural del Estado de Chiapas, el área de estudio ha sido afectada por fases tectónicas importantes (Fase Nevadiana, Fase Larimidica, Fase Chiapaneca y Fase de la tectónica reciente).

El área de estudio se localiza en la Provincia tectónica de Fallas de Transcurrencia (Carfatantan 1977) caracterizada por desplazamientos laterales importantes; La Fase de la Tectónica Reciente es la responsable del desplazamiento lateral siniestro de los accidentes que caracterizaron a esta parte de Chiapas, como son las fallas Chicoasén-Malpasso, Muñiz, Tuxta, Copainalá-Tecpatán, así como las fallas conjugadas. La estructura más sobresaliente en la región es la primera, observable a la salida de los vertedores de la presa Chicoasén, a su paso forma una topografía abrupta y se manifiesta en una longitud de 150 km aproximadamente, al poniente del SAR se asocia con la Falla Muñiz que es de desplazamiento lateral.

El movimiento de todas las fallas mencionadas originó la formación de cuatro bloques en la región, que de sur a norte son los siguientes: Bloque Sumidero, Bloque Chicoasén, Bloque Tecpatán y Bloque Copainalá. El proyecto se encuentra dentro de este último. Además de las estructuras mencionadas con anterioridad se presentan pliegues suaves y amplios de varios kilómetros de longitud, el más sobresaliente es el anticlinorio de Bochil, el cual es cortado en su flanco SW (cerca del poblado Chicoasén) por la Falla Chicoasén-Malpasso.

La secuencia de la formación de las fallas mencionadas se remonta hacia la Orogenia Chiapaneca, en donde están presentes las deformaciones de esa fase comprensiva de dirección NE al SW que originó los plegamientos de dirección NW-SE; la fase de tectónica reciente se caracteriza por desplazamientos laterales siniestros importantes, como los generados por las fallas Muñiz y Chicoasén-Malpasso, en donde el área de estudio estuvo sujeta a tensiones, que dieron lugar a esta última y a otras fallas menos sobresalientes de orientación N45°W, las cuales dieron lugar a pequeñas fallas conjugadas de tipos dextrales y normales de rumbo N60°E con caída hacia el NW, finalizando con fallas de relajamiento orientadas N70°E con caída hacia el N60°W y con 70° de inclinación.

### F. *Geología estructural en la Zona de Influencia Directa (ZID)*

La principal estructura geológica en la zona de la boquilla, corresponde a la estratificación, que buza para ambas formaciones hacia la margen izquierda y ligeramente hacia aguas arriba con un rumbo al N55°E y echado de 30°SE en promedio.

La otra falla se determinó al interceptar la discontinuidad mediante el barreno No. MI-3 a la profundidad de 74,50 m su traza no es muy clara en superficie, se le asigna el nombre de Falla III-B ya que el rumbo promedio es aproximadamente el mismo que la anterior discontinuidad.

Las principales fallas están agrupadas por dos sistemas, el primero con orientación NE-SW y controlado por los principales arroyos, el segundo es N-S y se caracteriza por su poca extensión. La mayoría de las fallas cruzan de una margen a otra, afectando a las dos formaciones con buzamientos predominantes hacia el NW.

Existen dos fallas que interceptan al eje de la boquilla, una de ellas es La Falla III, que aflora en la margen derecha mediante un sistema de fallas localizadas a 80 m hacia aguas arriba del eje 3-3 entre las elevaciones 260 y 270 m, con una orientación promedio de N30°E/74°NW.

**G. Susceptibilidad a sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica**

Estos factores se analizan y describen debido a su relación con la factibilidad técnica de la futura central hidroeléctrica, de tal manera que los riesgos de seguridad de la presa estén atendidos e incluidos en el diseño de sus componentes. Por lo anterior, la CFE como parte de los estudios básicos del proyecto, ha evaluado las condiciones sismológicas y geológicas a nivel general y regional de los sitios propuestos para el emplazamiento de PH Chicoasén II y tiene programado realizar estudios a detalle en el presente año. Por consiguiente, la información que se presenta en este apartado fue tomada del Servicio Sismológico Nacional y del estudio denominado Informe Sismológico de Factibilidad Técnica del Proyecto Hidroeléctrico PH Chicoasén II (CFE 1995).

En el estado de Chiapas este tipo de fenómenos es muy frecuente debido a la interacción en la región de tres placas tectónicas (Figura 4.14). La placa oceánica de Cocos se mueve en dirección de convergencia frontal con las placas de Norteamérica y del Caribe. Este movimiento se produce a una tasa de más de 7 cm/año. Esto es, cada año se acumulan 7 cm de deslizamiento relativo entre las placas. Una buena parte de este movimiento se acumula en forma de energía elástica, la cual se libera súbitamente a través de un gran temblor. Al presentarse un temblor, se produce un deslizamiento a lo largo de la superficie de contacto y la placa de Cocos se mueve relativa a Norteamérica o Caribe varios metros. Este proceso se ha repetido a lo largo de millones de años (Servicio Sismológico Nacional, en línea).

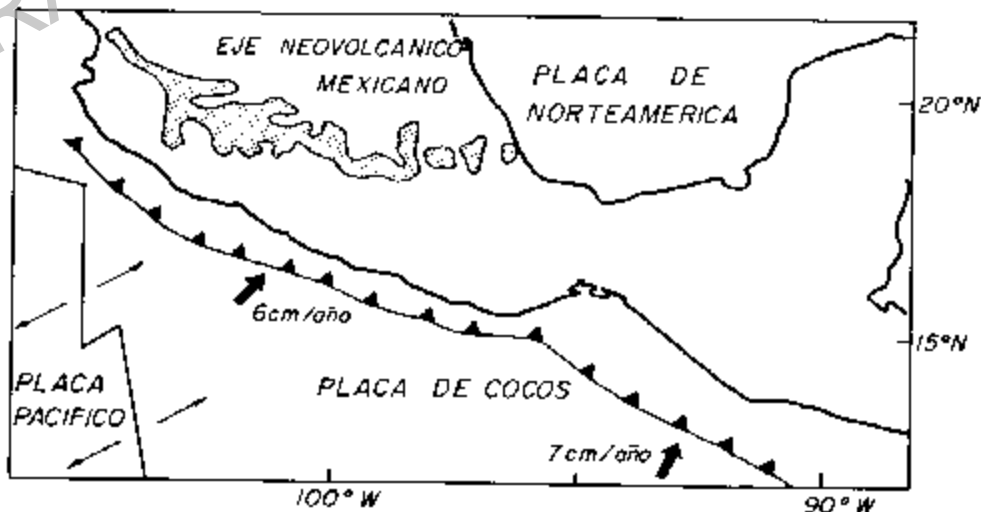


Figura 4.14 Interacción de la placa de Cocos con la placa Norteamericana sobre la cual yace México. Las flechas indican la dirección y velocidad del movimiento relativo entre ambas placas.

Interacción de la placa de Cocos con la placa Norteamericana sobre la cual yace México. Las flechas indican la dirección y velocidad del movimiento relativo entre ambas placas.

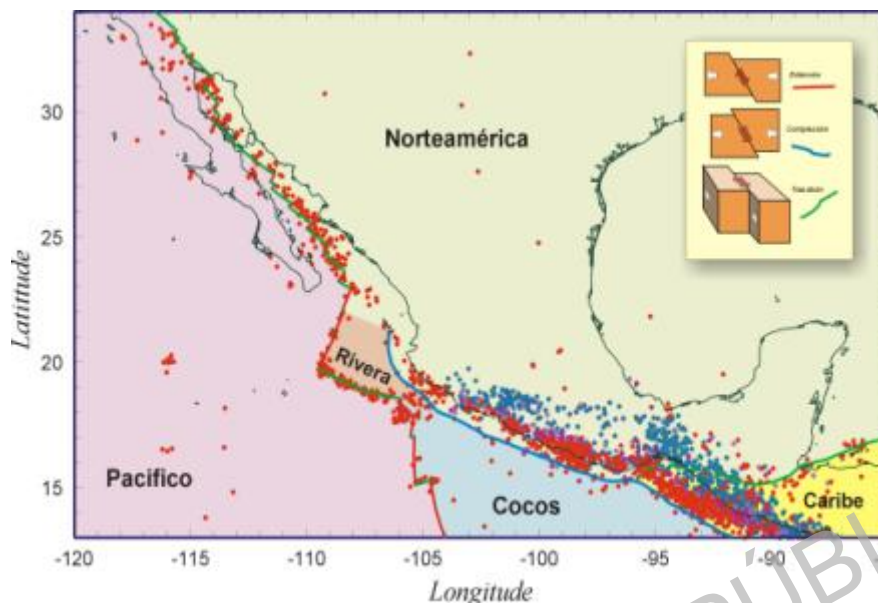


Figura 4.15 Distribución de placas tectónicas en México. Puntos rojos representan sismos superficiales (profundidades menores a 40 km) y puntos azules representan sismos más profundos (SSN. 2011).

En la figura anterior se observa que la zona de estudio se encuentra dentro del área de puntos azules donde ocurren los sismos a mayor profundidad.

Para el análisis de sismicidad histórica se considera el catálogo de Figueroa (1973), citado en CFE 1995. En el siglo pasado en el estado de Chiapas se tienen registros de más de 500 eventos ocurridos con magnitudes entre 4 y 7,8, entre los más intensos se encuentra el del 19 de abril de 1902 de 7,8 grados de magnitud, este macrosismo es de los más importantes ocurridos en el estado, fue destructor de San Bartolomé de los Llanos hoy Venustiano Carranza, también ocurrieron daños fuertes en San Cristóbal de Las Casas, Chiapa de Corso y Tuxtla Gutiérrez. Otros sismos que afectaron la zona de estudio o cercanos a la misma, se resumen en la Tabla 4.7

Año	Día/Mes	Magnitud	Localización General
1927	9 de mayo	7	Jiquipilas, Cintalapa, La Providencia, muy fuerte en Tuxtla Gutiérrez.
1935	14 de diciembre	7,3	Daños en Tuxtla Gutiérrez, Chiapa de Corzo, San Cristóbal Las Casas, muy fuerte en Chicoasén y otras poblaciones.
1936	29 de julio	5,5	Chiapa de Corzo
1937	11 de enero	6	Chicoasén, Tuxtla Gutiérrez, Chiapa de Corzo, San Cristóbal Las Casas y otras poblaciones.
1937	28 de mayo	6,5	Tuxtla Gutierrez, 20 de Noviembre, Chiapa de Corzo, Chicoasén y otras poblaciones.
1939	12 de diciembre	5,5	San Cristóbal Las Casas, Chiapa de Corzo, Angostura
1949	6 de septiembre	5,5	Tuxtla Gutierrez, Chiapa de Corzo

Año	Día/Mes	Magnitud	Localización General
1951	25 de octubre	5,5	Teopisca, San Cristóbal Las Casas, Chiapilla, Venustiano Carranza y Chiapa de Corzo.
1952	10 de mayo	5,5	Teopisca, San Cristóbal Las Casas, Chiapilla.
1952	2 de junio	5	Tuxtla Gutierrez, Chiapa de Corzo, San Cristóbal Las Casas, Suchiapa.
1953	3 de enero	5	Tuxtla Gutierrez, Chiapa de Corzo, Suchiapa, Rivera de Cangui.
1954	21 de mayo	5,5	Chicoasén, Ixtapa, Tuxtla Gutiérrez, San Fernando
1955	27 de enero	5,7	Tuxtla Gutierrez, Chiapa de Corzo, Suchiapa, Rivera de Cangui
1965	1 de marzo	6,4	Tuxtla Gutiérrez, Chiapa de Corzo, Rivera de Cangui, Villa Corzo, Villa Flores, San Cristóbal de Las Casas.
1968	2 de agosto	6,5	San Cristóbal Las Casas y Chiapa de Corzo.
1982	Abril	4,2	Próximo a Tuxtla Gutiérrez
1982	junio	4,8	Próximo a Tuxtla Gutiérrez
1982	Agosto	4,5	Próximo a Venustiano Carranza
1984	16 de mayo	4,1	Próximo a Tuxtla Gutiérrez
1984	20 de julio	4,4	Próximo a Tuxtla Gutiérrez
1984	24 de septiembre	4,2	Próximo a Venustiano Carranza
1984	6 de noviembre	4	Próximo a Venustiano Carranza
1986	23 de agosto	4	Próximo a Tuxtla Gutiérrez

Tabla 4.7 Eventos sísmicos registrados con efectos en el área de estudio

De acuerdo a lo anterior, los eventos que tienen particular interés para el análisis de la sismicidad del proyecto, corresponden a los sismos ocurridos con magnitudes entre 6 y 7 registrados en Jiquipilas, Tuxtla Gutiérrez y Chicoasén.

La instrumentación acelerográfica de las Centrales Hidroeléctricas del Estado de Chiapas (básicamente la Angostura y Chicoasén), ha permitido la obtención de mediciones de movimientos sísmicos de magnitud moderada. En la Tabla 4.8 se muestran los eventos registrados en el siglo pasado en los acelerógrafos de las dos centrales mencionadas.

Fecha	Latitud	Longitud	Profundidad	Magnitud
05-01-1975	16,90	92,818	12	5
15-09-1983	16,283	93,606	58	5,3
31-08-1984	16,321	93,830	50	5,8
30-04-1991	16,526	92,632	15	4,3
30-04-1991	16,475	92,759	3	4,0
31-05-1991	17,261	94,527	134	4,8
03-09-1993	13,980	92,8	40	7,1
10-09-1993	13,76	92,81	40	7,1

Tabla 4.8 Registros de sismos en las Centrales Hidroeléctricas Chicoasén y Angostura

Los registros históricos mencionados anteriormente han permitido el diseño de las estructuras del proyecto, sin embargo en el presente año se tiene programado la instalación de instrumental sismológico en el sitio de proyecto con la finalidad de obtener registros del mismo que permitan verificar y/o detallar el diseño para la construcción del proyecto.

### 4.2.1.3. Suelos

La identificación y caracterización de los tipos de suelo en el SAR del PH Chicoasén II se realizó basándose en la clasificación de la FAO/UNESCO/WRB (2008).

Una vez elaborado el mapa de suelos del SAR, se seleccionaron cuatro sitios de muestreo considerando su representatividad y las unidades de paisaje definidas espacialmente por el tipo de roca, geoforma y clima. En cada uno de los sitios se colectaron muestras del perfil a diferentes profundidades. Además se consideraron perfiles fuera del SAR en función de las similitudes geomorfológicas y fácil accesibilidad a los sitios muestreados. Las muestras obtenidas fueron analizadas y determinadas sus propiedades químicas en el Laboratorio de Suelos del Instituto de Ecología, A.C. (INECOL). La localización de los sitios de muestreo se puede observar en el Plano 4.2.1.3.

Perfil	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Tipo de suelo	Tipo de vegetación y Uso de suelo
CO-1	X=480790	Y=1886271	427	Phaeozem calcáreo	Selva baja caducifolia con veg. sec.
DO-1	X=482530	Y=1883912	640	Leptosol rednsico	Agricultura de temporal
*NV-11	X=484787	Y=1877692	220	Leptosol dístico	Selva baja caducifolia con veg. sec.

Tabla 4.9 Tipos de suelos presentes en el SAR PH Chicoasén II y su ubicación geográfica, con base en los perfiles de muestreo.

De acuerdo a lo observado en el plano de suelos se identifica que en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan 12 unidades de suelos de los cuales las principales son: Regosoles, Cambisoles, Fluvisoles, Leptosoles y Phaeozems. La Tabla 4.10 muestra los tipos de suelo y superficie que ocupan en el SAR (Plano 4.2.1.3).

Los suelos que ocupan la mayor parte de la superficie del SAR (83%) son los Leptosoles que se caracterizan por ser suelos someros y delgados; suelos profundos como los Regosoles, Cambisoles, Fluvisoles y Phaeozem ocupan un 17 % con respecto al SAR (Tabla 4.10)

#### Leptosol (LP)

Estos suelos ocupan una superficie de 13 846 ha, lo que representa un 82,8% con respecto al SAR, se distribuyen principalmente en las localidades de Monte Grande, el Zapote y Vista Hermosa, entre otros, y bajo condiciones topográficas de pendientes moderadas a fuertes. Se asocia con suelos de la unidad Leptosol lítico (LPli), Leptosol rendzico (LPrz), Leptosol epiléptico (LPep), Leptosol dístico (LPdy) y Leptosol lúvico (LPlu) (Plano 4.2.1.3).

Leptosol (del griego leptos, delgado): Suelo poco profundo débilmente desarrollado. Los procesos erosivos y de desgaste de masas evitan el desarrollo de perfiles maduros y favorecen el afloramiento de material rocoso, dando como resultado suelos delgados con características lítica, se define por tener material rocoso continuo a 30 cm de profundidad o por ser un suelo rocoso dentro de los primeros 75 cm con menos de 10% correspondiente a la fracción tierra

fina. En cualquier caso solo pueden tener un horizonte superficial mólico, úmbrico u ócrico, y en profundidad solo un vértico. Por sus condiciones de poca profundidad del suelo, pendientes fuertes, abundante pedregosidad superficial, estos suelos no tienen uso agropecuario productivo, se llega a presentar pastoreo limitado y agricultura de temporal, que representa un serio riesgo de degradación. Son suelos que se ocupan con vegetación nativa de selva baja caducifolia. **Leptosol lítico (LPli)**: Se presenta roca dura y continua dentro de los 10 cm primeros de profundidad; **Leptosol rendzico (LPrz)**: Presenta un horizonte mólico que contiene, o está inmediatamente encima, de materiales calcáreos que contienen más del 40 % de equivalente en carbonato cálcico; **Leptosol epiléptico (LPep)**: Se presenta roca dura y continua y se sitúa entre 25 y 50 cm; **Leptosol dístrico (LPdy)**: Son ácidos e infértiles y **Leptosol lúvico (LPlu)**: presenta en el subsuelo una capa de acumulación de arcilla. La acumulación de humus y la alteración de los minerales primarios para formación de arcillas secundarias son los dos principales procesos que sobrellevan estos suelos. Dada las pendientes características para estos suelos, no se tienen condiciones para el estancamiento o mal drenaje, el drenaje superficial se clasifica como excesivamente rápido y el drenaje interno, son suelos bien drenados.

Tipos de suelo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Leptosol lítico	7 670,28	45,88
Leptosol epiléptico	3 134,34	18,75
Leptosol réndzico	2 700,99	16,16
Leptosol dástrico	340,29	2,04
Phaeozem calcáreo	1 016,37	6,08
Phaeozem crómico	223,47	1,34
Phaeozem flúvico	45,06	0,27
Cambisol ándico	734,67	4,39
Fluvisol calcáreo	146,71	0,88
Regosol taptoándico	410,19	2,45
Regosol epiláptico	279,01	1,67
Regosol epidístrico	16,56	0,1

Tabla 4.10 Tipos de Suelo y superficie que ocupan en el SAR del PH Chicoasén II

### Descripción de sitio

#### Leptosol rendzico + Regosol epidístrico + Leptosol epiléptico

Estos suelos están limitados en profundidad por roca dura continua coherente dentro de los 10 cm de profundidad. Se caracteriza por un horizonte A1 muy húmifero, 30-40 cm de espesor; el color pardo-negro y la estructura grumosa muy estable y aireada (grumos angulares de 2 a 5 mm), se deben a la formación de complejos de humus-arcilla-carbonato cálcico. El contenido en materia orgánica es muy elevado en la superficie pero disminuye con la profundidad, hay trozos de roca caliza, difundidos por todo el horizonte, generalmente son numerosos y su tamaño depende de la naturaleza del coluvión. En profundidad existe con frecuencia un horizonte cálcico de tipo de pseudomicelio o formando depósitos irregulares pulverulentos blancos en el interior del horizonte C. Este horizonte cálcico procede de la reprecipitación de una parte de los carbonatos disueltos en el horizonte A1 por influencia de la materia orgánica y de la actividad biológica. El contenido de CaCO<sub>3</sub> es elevado en todo el perfil pero es menor en la parte superior de A1 que en la base, debido a que la cima del perfil hay un principio de descarbonatación (Figura 4.16a).

Hay que notar que esto es lo que los caracteriza como suelos calcimagnésicos pues siempre van asociados los dos iones y los otros son escasos como el potasio y el sodio desaparecen.

### Phaeozem (PH)

Estos suelos se encuentran en 61 polígonos del SAR con un total de 1 284,9 ha lo que representa un 7,7% con respecto al SAR se distribuyen principalmente en las localidades de Osumacinta, Chicoasén, San José Motejen, entre otros, y bajo condiciones topográficas de pendientes moderadas a bajas y zonas de lomeríos. Se asocia con suelos de la unidad Phaeozem calcáreo (PHca), Phaeozem flúvico (PHfv), Phaeozem crómico (PHcr), Phaeozem lúvico (PHlu) y Phaeozem epiléptico (PHep) (Plano 4.2.1.3). Por sus condiciones de profundidad del suelo, pendientes moderadas a fuertes, abundante pedregosidad superficial, estos suelos generalmente se observaron con uso agropecuario no muy productivo, se llegan a utilizar con pastoreo extensivo y agricultura de temporal. Este tipo de uso del suelo representa un riesgo de pérdida de suelo por erosión. La vegetación nativa está representada por selva baja caducifolia, condiciones de vegetación característica de la unidad de suelos; **Phaeozem calcáreo**: es calcáreo entre 20 y 50 cm desde la superficie, **Phaeozem flúvico**: con presencia de material flúvico dentro del primer metro; **Phaeozem crómico**: La mayor parte del horizonte B tiene un matiz de 7.5 YR y una pureza en húmedo mayor de 4, o un matiz más rojo que 7.5 YR. Color rojizo o pardo oscuro y alta CIC, buena fertilidad. **Phaeozem lúvico**: presenta en el subsuelo una capa de acumulación de arcilla, susceptibilidad de alta a moderada a la erosión buena fertilidad. **Phaeozem epiléptico**: Se presenta roca dura y continua y se sitúa entre 25 y 50 cm. No se tienen condiciones para el estancamiento interno del agua, son suelos libremente drenados generalmente. Los procesos erosivos y de desgaste de masas evitan el desarrollo de perfiles maduros y favorecen el afloramiento de material rocoso, dando como resultado suelos poco profundos a no más de 50 cm de profundidad limitados por materiales rocosos.

### Descripción de sitio

#### Phaeozem calcáreo + Leptosol rendzico + Fluvisol calcáreo

En la superficie es una capa delgada y suelta de hojarasca que descansa sobre el suelo mineral superior. Tienen un horizonte A mólico y son calcáreos entre 20 y 25 cm de profundidad desde la superficie, sueltos de textura areno-limosa, Color en seco 5YR 3/3, color pardo oscuro rojizo, Color en húmedo 7,5 YR 3/2 pardo oscuro rojizo. Estructura de bloques subangulares de fuerte desarrollo y tamaño grande. La susceptibilidad a la erosión es variable en función del tipo de terreno, pendiente, profundidad y cobertura vegetal. Son suelos que se encuentran en varias condiciones de clima y abundantes en México.



a).- Perfil de suelo tipo Leptosol



c) Perfil de suelo tipo Phaeozem

Figura 4.16 Tipos de suelo en el SAR del PH Chicoasén II.

Hay suelos arenosos formados en las mesetas o planicies fluviales, la estructura de tamaño medio, fuerte desarrollo de forma de bloques subangulares, color en húmedo pardo grisáceo oscuro 10YR4/2 (abajo) y arriba son de color pardo grisáceo 10YR 5/2. (Figura 4.16b).

### **Cambisol (CM)**

Estos suelos se encuentran en una superficie de 734,67 Ha lo que representa un 4,39% con respecto al SAR, se distribuyen principalmente en la localidad del Juy-Juy y bajo condiciones topográficas de pendientes moderadas. Se asocia con suelos de la unidad Cambisol ándico (CMan) y Cambisol flúvico (CMfl). Suelos con un subsuelo muy diferente a simple vista en color y textura a la capa superficial. La capa superficial puede ser oscura, con más de 25 cm de espesor pero pobre nutrientes y en ocasiones no existe. Este suelo se caracteriza por tener diferentes colores, estructuras y consistencias, lo que origina otras subclasificaciones del original. Es propio para la agricultura siempre y cuando se mantenga debidamente fertilizado. En México son muy abundantes y se destinan a muchos usos los rendimientos varían de acuerdo al clima y subunidad. Suelos de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Se trata de suelos que están caracterizados por tener un horizonte B cámbico, que se define por una textura franco arenosa o más fina; estructura moderadamente desarrollada o sin estructura de roca; evidencia de alteración, que se refleja por una intensidad de color más fuerte o un matiz más rojo o un mayor contenido en arcilla que el horizonte subyacente; evidencia de eliminación de carbonatos sin tener subyacente un horizonte cálcico; y, finalmente, un espesor de por lo menos 15 cm. **Cambisol flúvico.** Con presencia de material flúvico dentro del primer metro. **Cambisol ándico.** Existe un horizonte ándico en el primer metro. Se distinguen dos modalidades: **Aluándico.** Cuando el contenido en sílice extraída con oxalato es menor del 0,6% o la relación entre el Al extraído con pirofosfato y el extraído con oxalato es de 0,5 o más. **Silándico.** Un contenido en sílice de 0,6% o una relación inferior a 0,5, en las condiciones anteriores

### **Descripción de sitio**

#### **Cambisol ándico + Leptosol rendzico + Leptosol epiléptico**

Suelos con cambios en color, estructura y consistencia, oscuros con un horizonte úmbrico de color 7.5YR3/2 pardo rojizo oscuro de textura arcillosa y más profundo son los horizontes de color negro, tienen bloques subangulares de fuerte desarrollo y tamaño grande, nula reacción al Hcl y fuerte reacción al NaF alta densidad de raíces de diferentes tamaños. Son suelos jóvenes y poco desarrollados, algunos muy delgados, presentan en el subsuelo una capa que parece suelo de roca, en ella se forman terrones, pueden presentar acumulación de algunos materiales son abundantes en México y de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

### **Regosol**

Estos suelos ocupan un área de 705,76 ha, lo que representa un 4,22% con respecto al SAR se distribuyen en condiciones topográficas de pendientes moderadas a bajas y zonas de lomeríos. Se asocia con suelos de la unidad Regosol tptoándico, Regosol epidítrico, Regosol epiléptico, Regosol dítrico, Regosol calcáreo (Plano 4.2.1.3). El término Regosol deriva del vocablo griego "rhegos" que significa sábana, haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra. Los Regosoles se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. Sobre materiales originales sueltos (o con roca dura a + de 30 cm). Muy baja evolución. Sólo con ócrico o úmbrico aparecen en cualquier zona climática sin permafrost y a cualquier altitud. Son muy comunes en los trópicos secos y en las regiones montañosas. El perfil es de tipo AC. No existe horizonte de diagnóstico alguno excepto un ócrico superficial. La



evolución del perfil es mínima como consecuencia de su juventud, o de un lento proceso de formación por una prolongada sequedad. Su uso y manejo varían muy ampliamente. Bajo regadío soportan una amplia variedad de usos, si bien los pastos extensivos de baja carga son su principal utilización. En zonas montañosas es preferible mantenerlos bajo bosque o vegetación primaria. **Regosol Epiléptico.** Cuando la roca se sitúa entre 25 y 50 cm. **Regosol taptoándico.** Existe un horizonte ándico enterrado en el primer metro. **Regosol dístrico.** Una saturación en bases menor del 50 % en alguna parte situada entre 20 y 100 cm. **Epidístrico.** La saturación citada se encuentra entre 20 y 50 cm.

**Descripción de sitio:** Se deducen de las condiciones geomorfológicas, climáticas y de proximidad a procesos parecidos pues son muy semejantes a los leptosoles. Suelo procedente de material no consolidado, de materiales en este caso calcáreos, sin horizontes de diagnostico, de textura gruesa, sin arcillas en su textura, son etapas incipientes de la formación de los cambisoles. Tiene un horizonte A Ocrico y una saturación de bases de menos de 50% y una profundidad de 20 cm. Con fuerte reacción al HCl, vegetación de arbustos espinosos. Fuerte susceptibilidad a la erosión. Presente en las laderas de fuerte pendiente. Estructura de bloques subangulares de débil desarrollo y tamaño mediano. Color blanco y gris en una capa muy delgada.

### Fluvisol (FL)

Estos suelos se encuentran en una superficie de 146,7 Ha lo que representa un 0,87 % con respecto al SAR se distribuyen principalmente en la localidad El Ciprés y bajo condiciones topográficas de pendientes moderadas. Se asocia con suelos de la unidad Fluvisol calcáreo (FLca) (Plano 4.2.1.3). Se caracterizan por estar formados siempre por materiales acarreados por agua. Están constituidos por materiales disgregados que no presentan estructura en terrones, es decir, son suelos muy poco desarrollados. Se encuentran en todos los climas y regiones de México, cercano siempre a los lagos o sierras desde donde escurre el agua a los llanos, así como en los lechos de los ríos. La vegetación que presentan varía desde selvas hasta matorrales y pastizales, y algunos tipos de vegetación son típicos de estos suelos como ceibas o sauces. Presentan muchas veces capas alternadas de arena, arcilla o grava, que son producto del acarreo de dichos materiales por inundaciones o crecidas no muy antiguas. Pueden ser someros o profundos, arenosos o arcillosos, fértiles o infértiles, en función del tipo de materiales que lo forman.

### Descripción de sitio

#### Fluvisol calcáreo + Leptosol rendzico + Leptosol lúvico

Suelos desarrollados de depósitos aluviales recientes que no tienen más horizontes de diagnostico que un horizontes ócrico o úmbrico, son sedimentos fluviales, de textura arenosa se forman en mesetas, cuyo color en seco 10 YR 5/2 pardo grisáceo y 10YR 4/2 pardo grisáceo oscuro y en húmedo 2.5 YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro, con estructura de fuerte desarrollo debido a la abundancia de calcio, de tamaño mediano y forma de bloques subangulares. Hay fuerte reacción al NaF (fluoruro de sodio) que indica contaminación volcánica en la superficie.

#### 4.2.1.4. Hidrología superficial

El proyecto se ubica dentro de la cuenca del río Grijalva; esta se localiza en el sureste de México entre las coordenadas 91,36472° y 94,37194° de Longitud Oeste y los 14,90611° y 18,28027° de Latitud Norte; es una cuenca transfronteriza que nace en Guatemala y cruza los

Estados de Chiapas y Tabasco. El área de cuenca del río Grijalva es de aproximadamente 53 810 km<sup>2</sup>, de los cuales 48 379 km<sup>2</sup> corresponden a México y el resto a Guatemala (5 430 km<sup>2</sup>) (D.O. 2007). Junto con el Río Usumacinta representa la región hidrológica más grande de Mesoamérica (Figura 4.17).

Río	RHA	País	Escorrentamiento natural medio superficial (millones de m <sup>3</sup> /año)	Área de la cuenca (km <sup>2</sup> )	Longitud del río (km)
Grijalva-Usumacinta	XI Frontera Sur	México	71 716	83 553	1 521
		Guatemala	43 820	44 837	390
<b>TOTAL</b>			<b>115 536</b>	<b>128 390</b>	

Fuente: CONAGUA 2011

La corriente más importante es el río Grijalva el cual tiene una longitud aproximada de 700 km desde sus orígenes en la Sierra de Los Chuchumatanes en Guatemala hasta su confluencia con el río Usumacinta. Ya en territorio Mexicano sus escurrimientos son regulados, primero a través de la presa La Angostura, cruza la Depresión Central de Chiapas hasta llegar al cañón del Sumidero donde alimenta al embalse de la presa Chicoasén, la más alta en su tipo; continúa su recorrido y llega al vaso de la presa Malpaso; aguas abajo de esta central hidroeléctrica sus aguas se ven nuevamente interrumpidas por la última presa en la corriente principal, la central Hidroeléctrica de Peñitas; las aguas del desfogue de esta central constituyen el río Mezcalapa, las cuales entran al Estado de Tabasco para unirse al río Usumacinta y desembocar al Golfo de México.

El volumen medio anual que escurre hacia la desembocadura del Río Grijalva se encuentra alrededor de los 68 168 millones de m<sup>3</sup> anuales, si a este volumen añadimos el volumen medio anual del Río Usumacinta la cantidad de agua dulce que desemboca al Golfo de México es de alrededor de 115 536 millones de metros cúbicos al año (CONAGUA 2011).

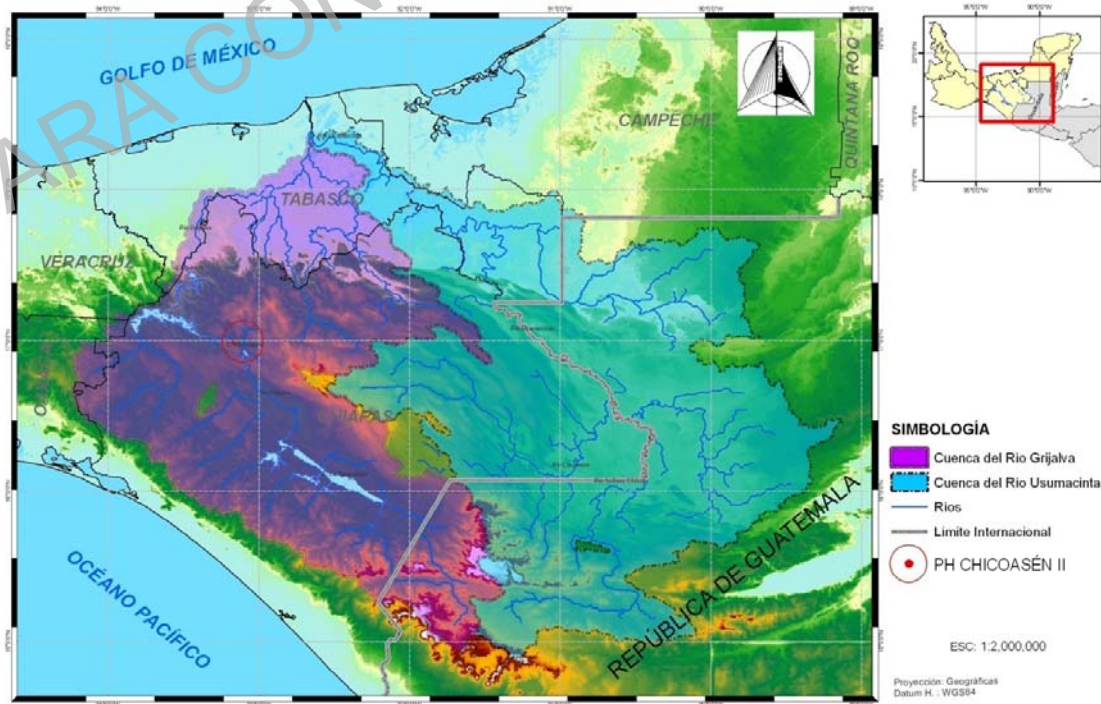


Figura 4.17 Cuenca Grijalva-Usumacinta

Para su administración, la cuenca del río Grijalva se encuentra integrada dentro de La Región XI Frontera Sur, y a su vez se ha dividido en ocho subregiones de planeación cuya definición obedece al criterio de similitud de condiciones hidrológicas y socioeconómicas. Las subregiones que finalmente se han adoptado son: Costa Chiapas, Alto Grijalva, Bajo Grijalva Sierra, Bajo Grijalva Planicie, Medio Grijalva, Usumacinta, Lacantún–Chixoy y Tonalá–Coatzacoalcos (CNA, 2001) (Figura 4.18).

La subregión identificada como Medio Grijalva, inicia en la presa La Angostura y finaliza en la presa Malpaso, tiene una superficie de 20 146 km<sup>2</sup>, en este tramo sus afluentes más importantes por margen izquierda son: Santo Domingo y Sabinal, ambos confluyen antes de la presa Chicoasén; el río La Venta confluye en el embalse Malpaso, por margen derecha recibe al río Bochil, cruzando el poblado de Chicoasén. De acuerdo a las condiciones actuales de la corriente principal en esta región, se pueden distinguir dos segmentos del río Grijalva con características de un sistema léntico, el primero de 76 km de longitud que inicia en la presa La Angostura y concluye en el embalse Chicoasén; y el segundo que va de la presa Chicoasén hasta el embalse de la presa Malpaso, siendo este último con una longitud aproximada de 20 km en el cual se localiza el P.H. Chicoasén II, entonces los efectos potenciales previsibles por el desarrollo de este proyecto en el ecosistema acuático quedarían supeditados a este tramo. Por consiguiente se procedió a realizar la delimitación de las microcuencas de los ríos y arroyos que confluyen en este tramo del Grijalva.

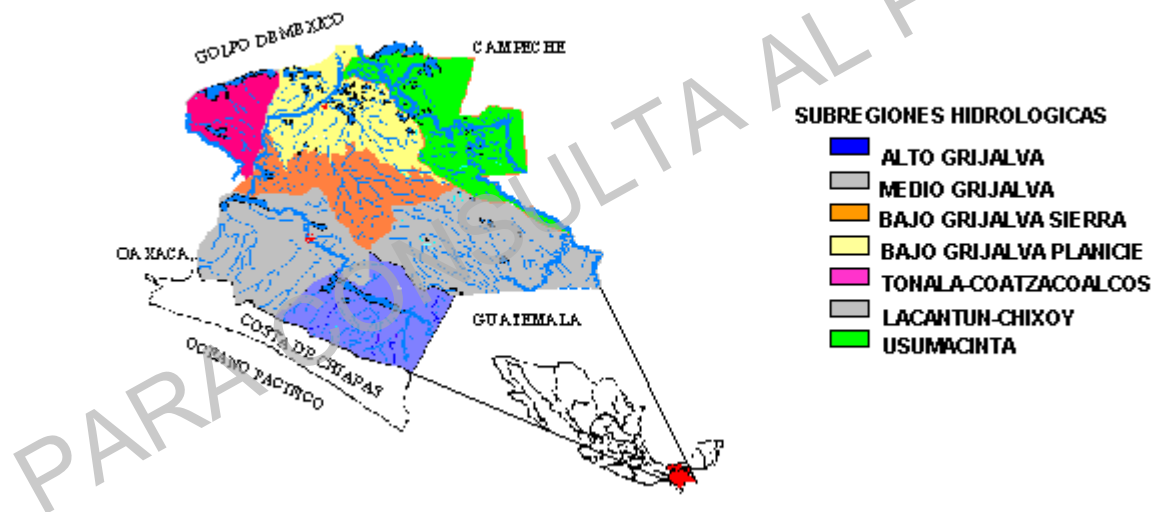


Figura 4.18 Subregión Medio Grijalva (CONAGUA 2001)

Como se puede observar en la figura inferior, el tramo en estudio se localiza entre las presas Chicoasén y Malpaso, su caudal está conformado principalmente por los desfogues de la Central Hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres, las aportaciones del río Chicoasén y del río Zacalapa. Por lo que para comprender el funcionamiento de este segmento del río Grijalva es necesario analizar los aportes que recibe, por esta razón a continuación se describen las cuencas y/o microcuencas que confluyen al Sistema Ambiental Regional.

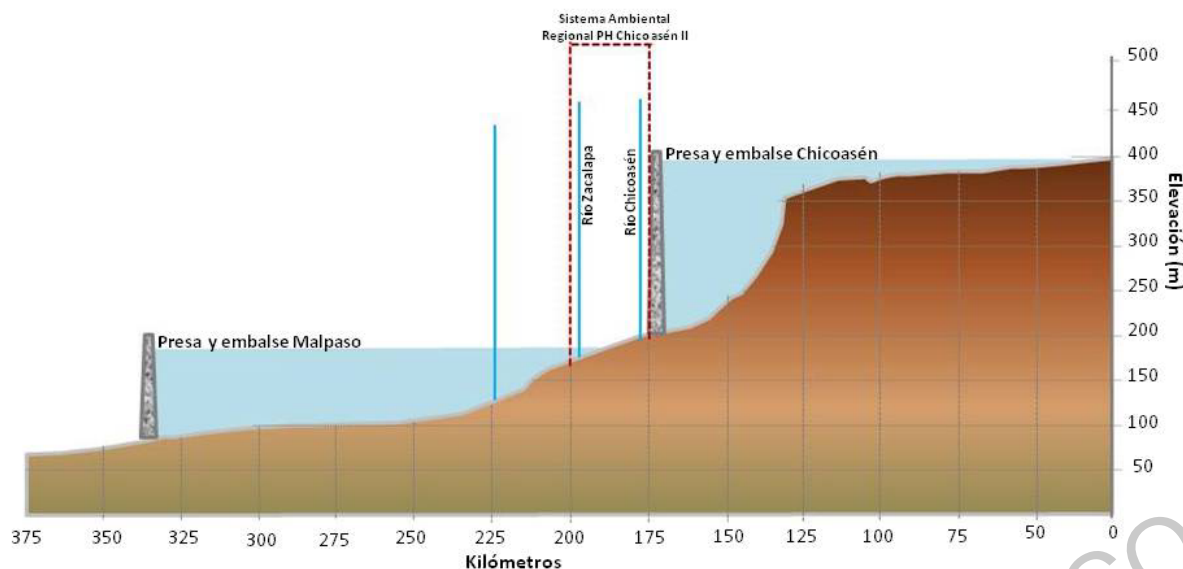


Figura 4.19 Perfil del río Grijalva y tramo de estudio

**A. Cuenca del río Chicoasén**

El río Chicoasén es el afluente más importante en el segmento de río Grijalva en estudio. Su cuenca tiene una superficie total de 967 km<sup>2</sup> conformada por las subcuencas de los ríos Chico y Bochil. Los escurrimientos que forman al río Chico tienen su origen en los Altos de Chiapas, a la altura de los poblados de Tapalapa, Pantepec, Rincón Chamula, Pueblo Nuevo y Jilotol; la corriente más larga nace a los 1 980 msnm, a lo largo de su recorrido se le conoce con diferentes nombres, entre ellos los más conocidos son río Chavarría y río Chico; confluye con el río Bochil aguas arriba de la población de Chicoasén, partir de donde se le conoce con este nombre. Por su parte el río Bochil, nace en las inmediaciones del poblado del mismo nombre y se une con el río Bombaná a la altura de la población de Francisco Sarabia, aguas abajo de la Central Hidroeléctrica Bombaná (Plano 4.2.1.4 y Tabla 4.11). A lo largo de su recorrido se registran los siguientes usos: riego agrícola, abastecimiento de agua potable, generación de energía eléctrica, doméstico, recreación y descarga de aguas residuales.

Según el Acuerdo de Disponibilidad del Agua de la Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta, publicado en Diario Oficial de la Federación el 22 de junio de 2007, aporta un volumen medio anual a su salida de 119,05 Mm<sup>3</sup>.

Subcuenca	Orden de corriente	Superficie		Longitud de corriente (km)
		ha	km <sup>2</sup>	
Río Bochil	2	32 524	325	36
Río Chico	3	63 207	632	64
Río Chicoasén	3	999	10	3

Tabla 4.11 Características de las subcuencas que conforman al río Chicoasén

Para el análisis del aporte mensual de los escurrimientos de este río al Grijalva, se tomaron en cuenta los registros históricos de la Estación Hidrométrica (EH) La Esperanza, ubicada después de la confluencia de los ríos Chico y Bochil, aguas arriba del poblado Chicoasén en las coordenadas geográficas 16° 58' 17" de Latitud Norte y 93° 6' 0" de Longitud Oeste, la cual cuenta con registros de un periodo de 21 años, comprendido de 1979 a 1984 y de 1989 al

2003. Los años sin registro coinciden con el periodo en el cual el río Bombaná se derivó hacia el embalse Chicoasén.

De acuerdo a los registros de la EH La Esperanza, los aportes medios mensuales del río Chicoasén al Grijalva, oscilan entre los 3 y 25 m<sup>3</sup>/s, los cuales se presentan en abril y septiembre respectivamente (Figura 4.20); mientras que las aportaciones medias anuales varían entre 5,9 y 15,8 m<sup>3</sup>/s, registradas en el año más seco (1983) y el más húmedo (1999) respectivamente, sin embargo el gasto medio mensual más alto (50,4 m<sup>3</sup>/s) se registró en octubre de 1995.

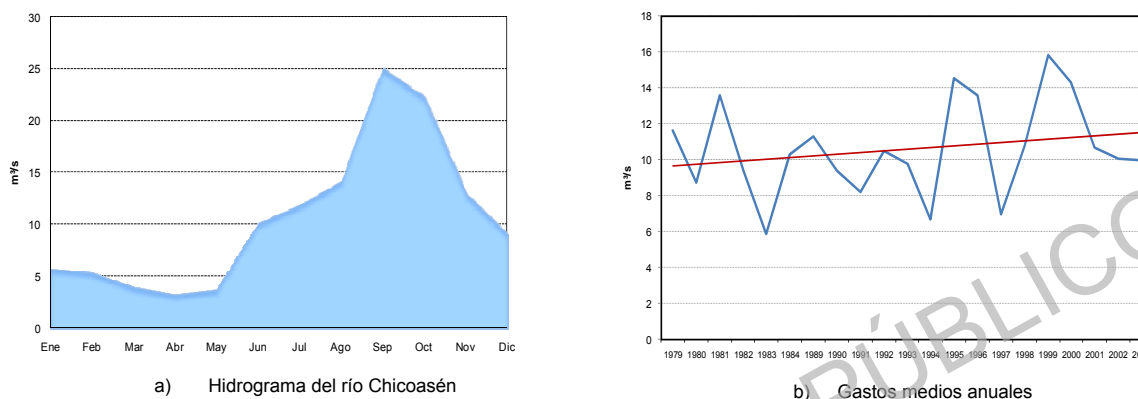


Figura 4.20 Gastos medios mensuales y anuales registrados en EH La Esperanza

### B. Subcuenca Río Zacalapa

El río Zacalapa también conocido como Arroyo Copainalá, se origina al Norte del poblado de Coapilla, en la laguna del mismo nombre, a una altura de 1 920 msnm; drena una superficie de 141 km<sup>2</sup>, considerablemente menor al anterior. Desde su nacimiento hasta su confluencia con el río Grijalva a la altura del sitio conocido como Tres Picos tiene una longitud de 26 km. Para este río no se cuenta con registros hidrométricos, por lo que la estimación de sus escurrimientos se realizó utilizando métodos indirectos y considerando el volumen medio anual de escurrimiento natural de la cuenca Alto Grijalva publicado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (DOF 2007). Los escurrimientos que aporta este río al Grijalva son del orden de 1,24 m<sup>3</sup>/s.

### C. Río Grijalva

El segmento del río Grijalva en estudio tiene una longitud de 25 km; se origina con el agua turbinada de la CH Chicoasén y finaliza en la cola del embalse Malpaso. Sin considerar al arroyo Zacalapa y río Chicoasén, sobre ambas márgenes recibe las aportaciones de varios escurrimientos de carácter intermitente, cuyas microcuencas son pequeñas de tal manera que en forma conjunta suman una superficie de 121 km<sup>2</sup>; las de margen derecha son fragmentadas por la carretera estatal que comunica a los poblados de Chicoasén y Copainalá.

En los primeros 15 km sigue una trayectoria con rumbo Noroeste hasta la confluencia del río Zacalapa donde cambia su trayectoria hacia el Oeste. El ancho promedio del canal fluvial es de 90 m; su mayor amplitud se observa en su entrada al embalse Malpaso (180 m) y en las proximidades al desfogue de la central hidroeléctrica (120 m). El promedio de la pendiente es de 0,00073; a lo largo de su recorrido se presentan rápidos la mayoría de ellos en la zona de Influencia directa donde se observaron 10, en una longitud de 9 km de su trayectoria lo que

coincide con el tramo donde la pendiente es mayor (0,0029) (Figura 4.19). En relación a la sinuosidad de su trayectoria se considera rectilíneo.

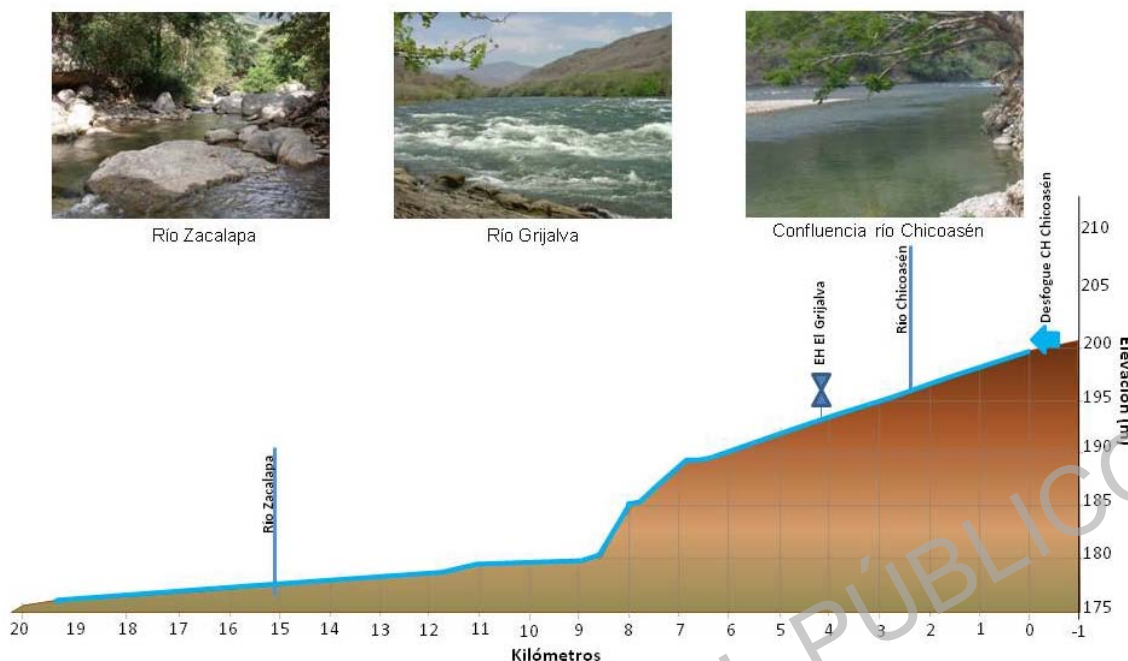


Figura 4.21 Perfil del segmento del río Grijalva en estudio

Para estimar los escurrimientos de este tramo se analizaron los registros de la Estación Hidrométrica El Grijalva, localizada en las coordenadas geográficas 16° 57' 55" de Latitud Norte y 93° 07' 06" de Longitud Oeste la cual cuenta con registros de 38 años en el periodo comprendido de 1971 al 2009 (ver sección 8.7.3.1). Para el análisis estadístico de los datos registrados en esta estación se eliminaron los años 1974 y 1975 que corresponde al periodo de llenado del embalse de la presa La Angostura.

De acuerdo a los registros de la EH El Grijalva, el gasto medio mensual es de 392,6 m³/s, sin embargo en el periodo de análisis estos presentan variaciones significativas ya que se han registrado medios anuales hasta de 617 m³/s en el año húmedo (2000) y mínimos de tan solo 201,7 m³ en el año más seco (2003). Con respecto a los gastos medios mensuales, estos oscilan entre 328,03 y 525 m³/s los cuales se presentan en los meses de febrero y septiembre respectivamente. En la época de lluvias y principalmente en los meses de agosto a octubre se han registrado escurrimientos del orden de los 1 520 m³/s; mientras que en la época de estiaje existen registros de 18,4 y 20,5 m³/s en los meses de enero y febrero del 2008 respectivamente e incluso ya iniciadas las lluvias en junio y mayo de 1980 durante el llenado del embalse de la presa Chicoasén se registraron gastos medios mensuales de tan solo 13,50 y 10,35 m³/s (Tabla 4.12)

Meses	Gasto medios	Gastos máximos	Gastos mínimos		
	m³/s	m³/s	Año	m³/s	Año
Enero	345,40	636,88	1980	18,40	2008
Febrero	328,03	642,45	2000	20,50	2008
Marzo	338,46	701,90	2000	79,58	1973
Abril	351,67	733,00	2008	77,55	1973
Mayo	371,09	805,00	2008	13,50	1980

Meses	Gasto medios	Gastos máximos		Gastos mínimos	
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	Año	m <sup>3</sup> /s	Año
Junio	374,40	702,00	2008	10,35	1980
Julio	371,68	669,54	2000	80,85	1980
Agosto	428,60	1376,59	1973	106,68	1994
Septiembre	525,48	1520,17	1973	82,00	1994
Octubre	509,10	1437,13	1973	77,94	1994
Noviembre	422,50	713,83	1980	111,00	2007
Diciembre	344,98	674,35	1999	22,60	2007
Promedios	392,62	617,56	2000	201,73	2003

Tabla 4.12 Gastos medios, máximos y mínimos registrados en la EH EL Grijalva (1971 – 2009)

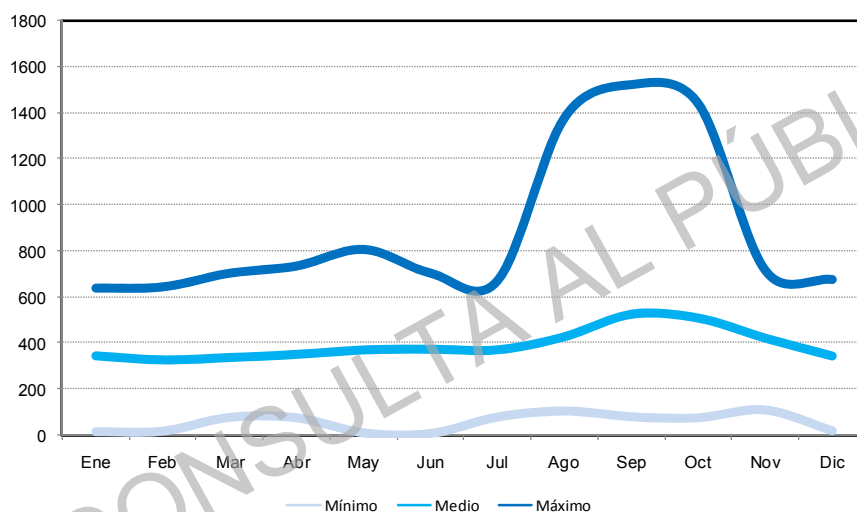


Figura 4.22 Gastos medios, máximos y mínimos registrados en la EH El Grijalva

El río Grijalva en este tramo es utilizado como abrevadero de ganado y pesca de autoconsumo (ver apartado de actividades productivas).

#### D. Embalse Chicoasén

Este cuerpo de agua se formó en 1980 durante los meses de mayo a junio, forma parte de la CH Chicoasén, su superficie máxima es de 3 150 ha con una longitud de 20 km y una capacidad de almacenamiento de 1 443 hm<sup>3</sup>; su uso principal es la generación de energía eléctrica, pero también se utiliza para riego agrícola, pesca, práctica de deportes acuáticos y es uno de los principales atractivos turísticos de la región. Los niveles de agua en este cuerpo de agua están directamente relacionados a las políticas de operación de la CH Chicoasén (Tabla 4.13).

Datos	Embalse Chicoasén
Altura de cortina	262 m
Nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME), elevación	395 m
Superficie de embalse al NAME	31,50 km <sup>2</sup>
Capacidad al NAME	1 705 Mm <sup>3</sup>

Datos	Embalse Chicoasén
Nivel máximo de operación (NAMO), elevación	392 m
Superficie de embalse al NAMO	27 km <sup>2</sup>
Capacidad al NAMO	1 613 millones de m <sup>3</sup>
Nivel mínimo de operación (NAMINO), elevación	380 m
Superficie de embalse al NAMINO	17 km <sup>2</sup>
Capacidad al NAMINO	1 305 millones de m <sup>3</sup>
Profundidad máxima	200 m
Profundidad promedio	73 m
Tiempo de retención hidráulica	7 días

Tabla 4.13 Características del embalse de la presa Chicoasén

El nivel de este cuerpo de agua en los últimos 10 años se ha mantenido en el NAMO por abajo del NAME (Figura 4.23). Para la estimación de los aportes al tramo del río Grijalva en estudio, se analizaron los registros históricos de las extracciones del embalse para la generación de energía eléctrica en el periodo 1981 al 2004, proporcionados por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) (Tabla 8.11).

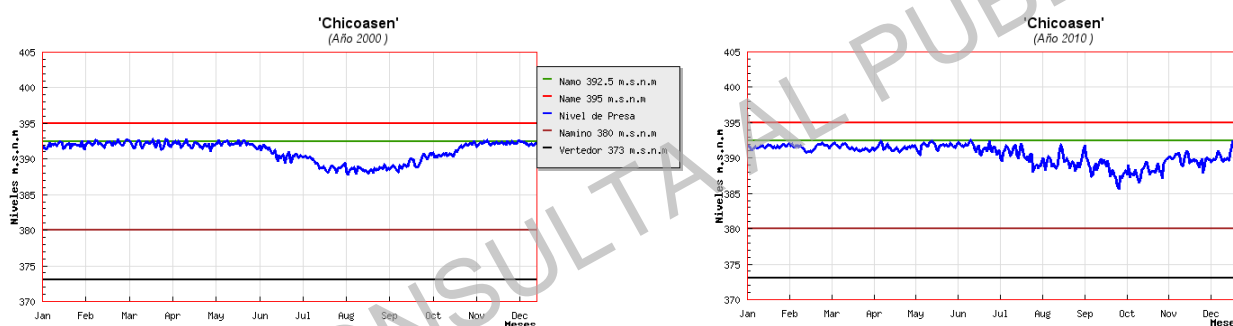


Figura 4.23 Niveles del agua en el embalse de la presa Chicoasén

Como se observa en la siguiente Tabla 4.14, los gastos medios turbinados por la CH Chicoasén y retornados al cauce del río Grijalva, varían entre los 285,5 y 371 m<sup>3</sup>/s; este comportamiento se ha observado en agosto y mayo respectivamente; sin embargo se tienen registros de extracciones máximas de hasta 917 m<sup>3</sup>/s en octubre 1999 y mínimas de 31,8 m<sup>3</sup>/s en febrero de 2004.

Meses	Gasto medios		Gastos máximos		Gastos mínimos	
	m <sup>3</sup> /s	Año	m <sup>3</sup> /s	Año	m <sup>3</sup> /s	Año
Enero	322,62	1982	556,38	1982	43,83	2004
Febrero	328,65	2000	622,93	2000	31,79	2004
Marzo	347,74	2000	646,88	2000	82,66	2004
Abril	348,65	2000	603,05	2000	211,30	2002
Mayo	370,98	2000	673,31	2000	231,37	1988
Junio	342,58	2000	565,78	2000	53,55	2003
Julio	293,74	2000	607,53	2000	98,83	2003
Agosto	285,50	2000	584,71	2000	77,28	1994
Septiembre	360,60	1995	776,66	1995	58,41	1994



Meses	Gasto medios		Gastos máximos		Gastos mínimos	
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	Año	m <sup>3</sup> /s	Año	
Octubre	370,62	917,86	1999	54,81	1994	
Noviembre	365,51	625,12	1999	79,59	2003	
Diciembre	306,00	606,50	1999	87,70	2003	
Anual	322,62	556,38	1982	43,83	2004	

Tabla 4.14 Valores estadísticos de las extracciones del embalse Chicoasén para la generación de energía eléctrica

**E. Embalse Malpaso**

Este embalse se formó a partir de la construcción de la presa Malpaso a finales de la década de los 60's, y tiene una superficie máxima 29 400 ha; es alimentada por los ríos La Venta y Grijalva; su embalse tiene una longitud desde la cortina hasta la cola sobre el río Grijalva de 55 km, con una capacidad volumétrica máxima de 14 056 hm<sup>3</sup>. Los usos del embalse son: control de avenidas, generación de energía, riego agrícola, pesca y turismo.

**F. Balance hidrológico del SAR**

Considerando los volúmenes disponibles publicados en el Acuerdo de Disponibilidad del Agua para la cuenca del río Grijalva (DOF, 2007), se tiene que los aportes medios anuales que recibe el sistema de las cuencas aguas arriba (río y Presa Chicoasén) son del orden de los 354,9 m<sup>3</sup>/s; de los cuales la Presa Chicoasén aporta el 96%. Los aportes de las microcuencas y río Zacalapa suman un total de 2,65 m<sup>3</sup>/s, por lo que finalmente las salidas del sistema hacia el embalse Malpaso se estiman en los 357,52 m<sup>3</sup>/s (Figura 4.24). Sin embargo cabe señalar que la CH Chicoasén opera en promedio 8 horas al día, tiempo en el cual aporta agua al sistema y por lo tanto, en las 16 horas restantes el tramo en estudio solo recibe las aportaciones del río Chicoasén (13,18 m<sup>3</sup>/s), los escurrimientos intermitentes (1,41 m<sup>3</sup>/s) y en la parte final las del arroyo Zacalapa (1,24 m<sup>3</sup>/s).

Por otra parte, si consideramos los escurrimientos medios mensuales registrados en la EH La Esperanza, entonces a lo largo del año las condiciones hídricas en el sistema son variables, de tal manera que cuando la central hidroeléctrica no opera, el caudal del tramo del Grijalva en estudio son iguales a las aportaciones del río Chicoasén.

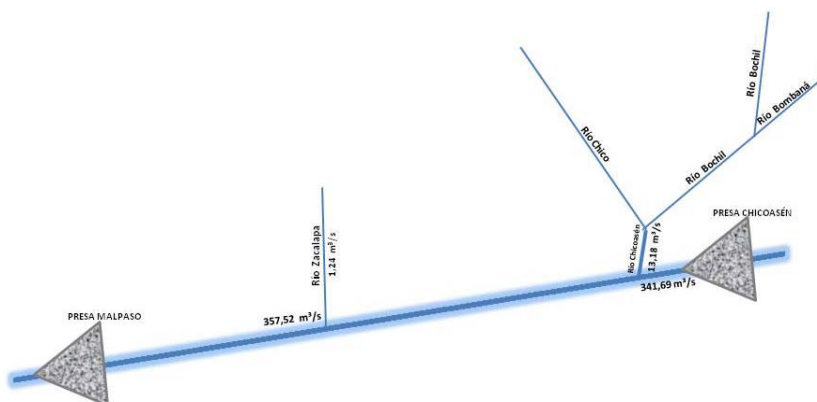


Figura 4.24 Balance hidrológico en el SAR (DOF 2007)

**G. Calidad del agua en el río Grijalva y afluentes**

Para determinar la calidad del agua en el Sistema Ambiental Regional, inicialmente se establecieron cuatro estaciones de muestreo en el primer tramo (9 km), determinada como zona de influencia directa, y una estación en cada uno de los ríos afluentes Zacalapa y Chicoasén. En el 2009, se realizaron cuatro muestreos en los meses junio, agosto, septiembre y octubre, donde se estimaron 19 parámetros de calidad del agua. Posteriormente y con la finalidad de complementar el análisis de calidad del agua, en agosto de 2010 se realizó otro muestreo, estableciéndose cuatro estaciones o sitios de muestreo en el río Grijalva, en el tramo comprendido desde el desfogue de la CH Chicoasén hasta su entrada al embalse de la presa Malpaso (Tabla 4.15, Figura 4.25 y Plano 4.2.1.4.B)

Clave	Corriente	Descripción	Coordenadas		Altitud
			X	Y	
EG1-2009	Río Grijalva	A la altura de la EH El Grijalva	486836	1876405	205
EG2-2009	Río Grijalva	A 1 km aguas abajo de la EH El Grijalva	486100	1876965	200
EG3-2009	Río Grijalva	A 2,5 km aguas abajo de la EH El Grijalva	484704	1877756	181
EG4-2009	Río Grijalva	A la altura del arroyo El Cascajo	483440	1877862	196
EZ1-2009	Río Zacalapa	A la altura del poblado El Ciprés, 3,6 km antes de su confluencia con el Grijalva	478680	1885766	312
ECH-2009	Río Chicoasén	A la altura del puente Chicoasén	486640	1876575	207
EG1-2010	Río Grijalva	1,6 km aguas abajo del desfogue de la CH Chicoasén	488823	18752439	488
EG2-2010	Río Grijalva	Después de la confluencia del río Chico asen con el río Grijalva	487602	18755470	207
EG3-2010	Río Grijalva	Sitio de obra del PH PH Chicoasén II	482612	1877881	186
EG4-2010	Río Grijalva	A la altura de la localidad de Tres Picos antes de la confluencia del río Zacalapa	477907	1883015	169

Tabla 4.15 Sitios de muestreo en SAR del PH Chicoasén II

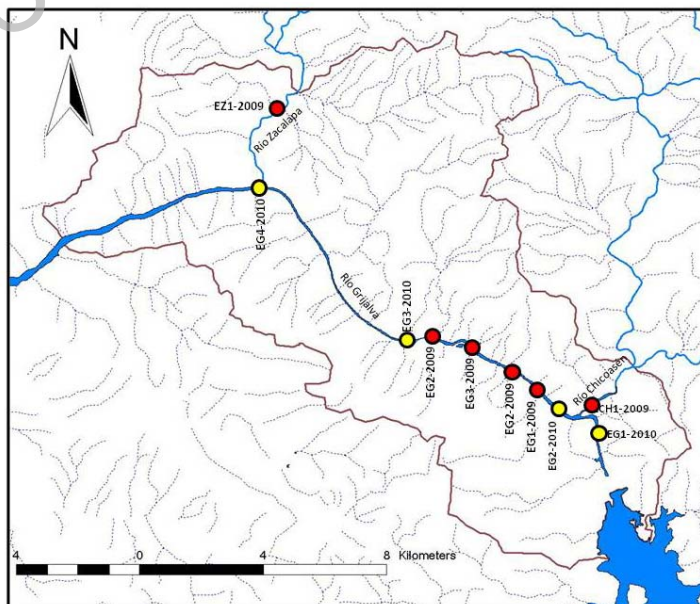


Figura 4.25 Localización de las estaciones de muestreo de calidad del agua en el SAR del PH Chicoasén II

Los resultados obtenidos fueron comparados con los límites máximos permisibles para contaminantes básicos establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, con los criterios ecológicos de calidad del agua para la conservación de la vida acuática y con los indicadores de calidad del agua publicados por la CONAGUA.

De acuerdo a los resultados mostrados en las Tabla 4.16 y Tabla 4.17, los parámetros determinados en el río Grijalva y sus afluentes en esta zona, cumplen con los criterios ecológicos de calidad del agua para la conservación de vida acuática y con los límites máximos permisibles señalados en la NOM-001-SEMARNAT-1996, a excepción de los coliformes totales y fecales, que exceden considerablemente el límite máximo permisible (Figura 4.26).

Las máximas concentraciones de coliformes se registran en los afluentes del río Grijalva, sobre todo en el río Chicoasén, lo cual es debido a que recibe las aguas negras de la población del mismo nombre. Como resultado de lo anterior, el río Grijalva en el tramo de estudio también se registran concentraciones superiores a los límites permisibles (1000 NMP/100 ml), tanto para la conservación de vida acuática como para el consumo humano.

Las concentraciones más bajas de oxígeno disuelto (4,9 mg/l) se registran en la estación 1, la cual es la más cercana al desfogue de la central hidroeléctrica; conforme continúa su recorrido hacia aguas abajo, el flujo de agua incrementa sus concentraciones de oxígeno disuelto, de tal manera que en la estación 4 se registran 6,67 mg/l.

Parámetros	Unidades	EG1-2009	EG2-2009	EG3-2009	EG4-2009	EZ1-2009	ECH-2009
pH	Unidades	7,70	7,74	7,81	7,86	8,22	8,57
Temperatura	°C	27,67	27,73	28,55	28,90	26,43	26,57
Turbidez	UNT	3,08	3,60	3,61	1,77	13,32	6,80
Oxígeno Disuelto	mg/l	4,94	5,09	5,78	6,67	5,99	8,27
DQO	mg/l	23,15	23,65	20,81	17,44	21,94	21,26
DBO5	mg/l	5,65	2,39	3,38	2,58	6,06	2,87
Conductividad eléctrica	s/cm	350,68	348,75	353,84	409,50	452,24	437,33
Dureza total	mg/l	198,05	194,47	200,80	202,11	214,51	241,89
Cloruros	mg/l	15,51	15,60	14,84	14,62	13,45	9,84
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	2 227	1 316	1 1923	1 665	4 297	3 000
Coliformes Totales	NMP/100 ml	4 887	5 275	3 543	4 390	17 480	8 443
Nitratos	mg/l	0,28	0,30	0,32	0,19	1,07	0,98
Nitritos	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
Amonio	mg/l	0,10	0,09	0,09	0,04	6,06	0,03
Nitrógeno total	mg/l	1,34	1,75	1,67	0,70	1,10	1,70
Fosfatos	mg/l	0,15	0,15	0,15	0,15	0,29	0,19
Fósforo total	mg/l	0,24	0,09	0,21	0,04	0,25	0,46
Sólidos Suspendidos	mg/l	12,17	11,00	9,08	12,00	28,50	13,67
Sólidos Disueltos	mg/l	417,25	347,75	341,50	188,15	397,25	362,67

Tabla 4.16 Promedios de los parámetros de calidad del agua en el Río Grijalva y Afluentes de los muestreos realizados durante el 2009

Parámetro	Unidades	EG1-2010	EG2-2010	EG3-2010	EG4-2010
pH	----	7,49	7,81	7,55	7,54
Conductividad	µs/cm	393	293	391	394
Temperatura del agua	°C	26	27	26,7	26,4
Temperatura ambiente	°C	28	ND	30	30
Oxígeno disuelto	mg/l	5,98	5,13	5,71	5,3
DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,96	14,81	0,984	3,68
DQO	mg/l	< 19,88	36	74,62	48,38
Turbiedad	NTU	11,55	4	20,5	18,56
Sólidos suspendidos totales	mg/l	16	6	29	22
Alcalinidad	mg/l	136,1	ND	137,03	137
Dureza total	mg/l	171	181	302	176,3
Coliformes fecales	UFC/100 ml	1 170	2 220	1 230	1 180
Coliformes totales	UFC/100 ml	4 440	4 440	1 810	8 080

Tabla 4.17 Resultados de los parámetros de calidad del agua de los muestreos realizados en el 2010

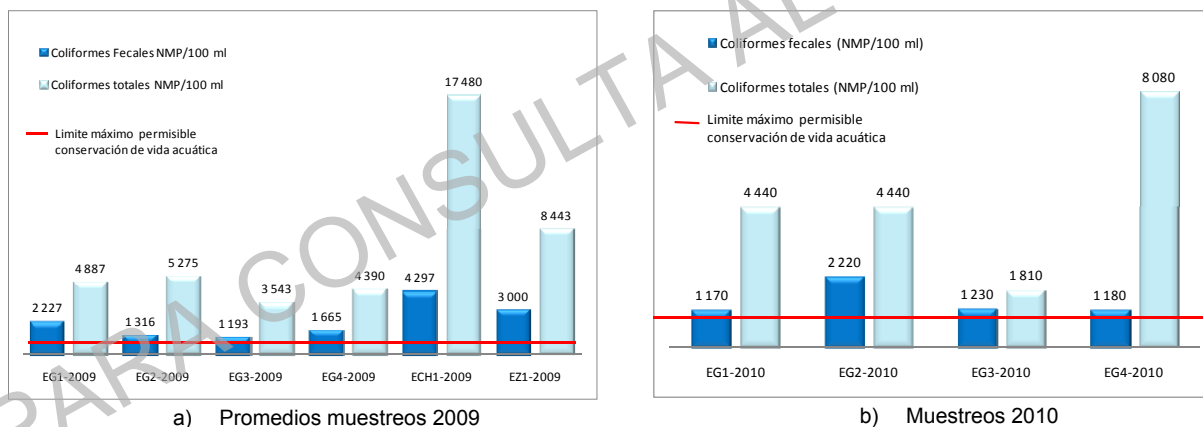


Figura 4.26 Coliformes totales y fecales en el río Grijalva y sus afluentes

Con respecto a la dureza, se registran promedios de 194,47 a 202,11 mg/l de CaCO<sub>3</sub>, por lo que se clasifica como agua dura.

De acuerdo a los indicadores de calidad del agua utilizados por la CONAGUA (DBO<sub>5</sub>, DQO y SST), en el río Grijalva la calidad del agua varía de excelente (no contaminada) a buena calidad (agua con bajo contenido de materia orgánica biodegradable), sin embargo en los muestreos realizados en el 2010 el sitio cercano a la confluencia del río Chicoasén clasificó como aceptable (con indicios de contaminación); con respecto a sus afluentes, el río Chicoasén se encuentra en los límites de buena y aceptable y el río Zacalapa clasifica como excelente (Figura 4.27).

Con respecto a la demanda química de oxígeno (DQO) en el río Grijalva, las concentraciones más altas en el 2010 se registraron cerca del desfogue y de la confluencia del río Chicoasén, no obstante, tres de los cuatro sitios muestreados en el 2009 se clasificaron con una calidad

del agua aceptable (con indicios de contaminación) y solo uno fue de buena calidad, (aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable). En el 2010 se presenta lo contrario, las concentraciones menores se registran en el desfogue y las más altas en el sitio propuesto para la ubicación de la cortina del PH Chicoasén II. Con respecto a los ríos Chicoasén y Zacalapa, ambas corrientes registraron una calidad del agua aceptable (Figura 4.28).

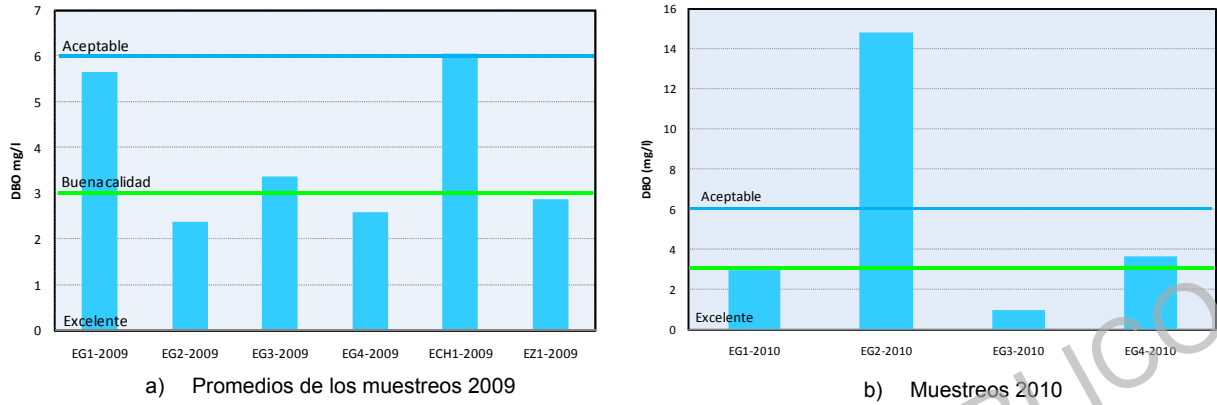


Figura 4.27 Calidad del agua con respecto a la DBO<sub>5</sub> en el río Grijalva y afluentes

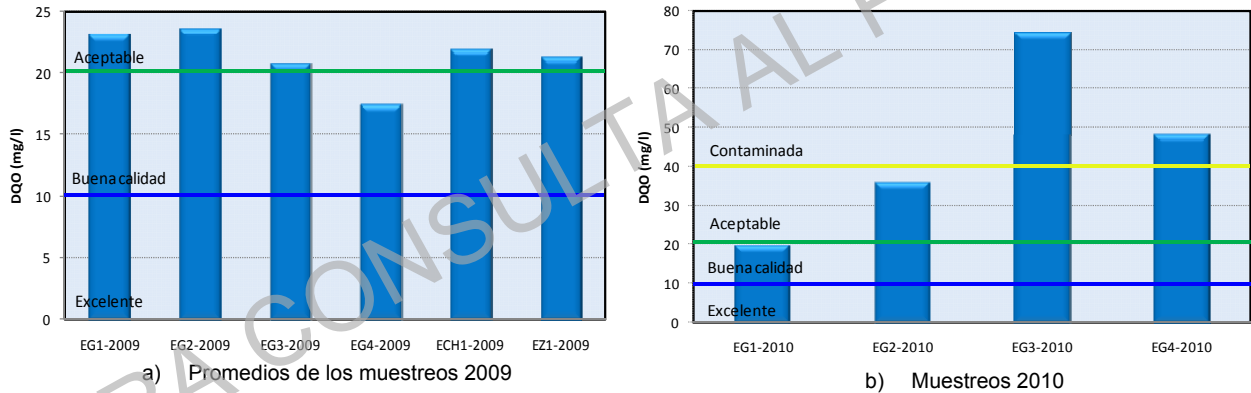


Figura 4.28 Calidad del agua con respecto a la DQO del río Grijalva y sus afluentes

La calidad del agua del río Grijalva con relación a los Sólidos Suspendedos Totales (SST), el río Grijalva registró una calidad aceptable tanto en los muestreos 2009 como en los del 2010 ya que las concentraciones son inferiores a los 25 mg/l a excepción del sitio propuesto para el proyecto donde rebaso ligeramente sin embargo califica con buena calidad. Por su parte el río Chicoasén también se califica con buena calidad y el río Zacalapa con una calidad excelente (Figura 4.29).

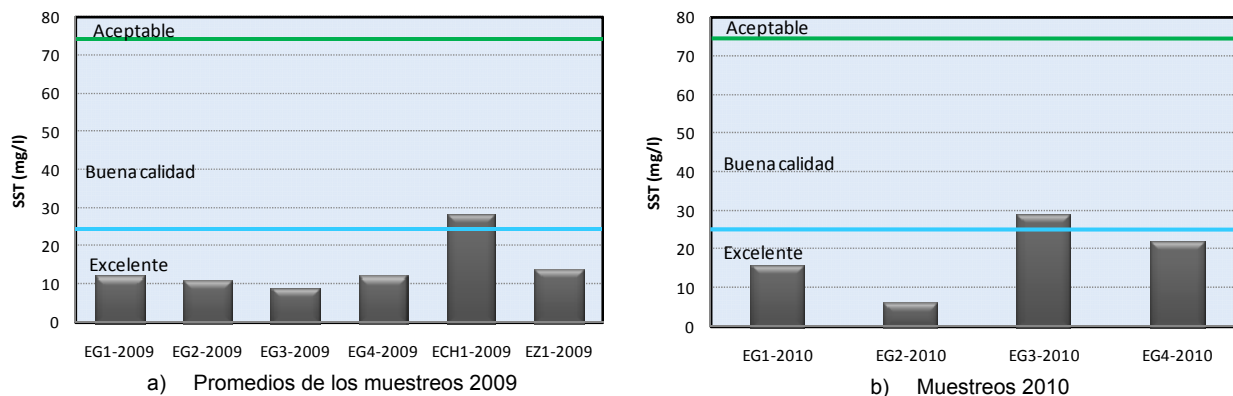


Figura 4.29 Calidad del agua. Sólidos Suspendidos Totales del río Grijalva y afluentes

### H. Calidad del agua en el embalse Chicoasén

Para la caracterización de la calidad del agua en el embalse Chicoasén, primeramente se hace referencia a los resultados obtenidos por CONAGUA (2008) en el sitio de muestreo ubicado en este cuerpo de agua. Posteriormente se analizaron los resultados obtenidos en el monitoreo que la CH Chicoasén realiza en la obra de toma y desfogue en el periodo 2008 al 2010, así mismo se analizaron los resultados obtenidos del estudio desarrollado en el 2008 por la Universidad de Guadalajara denominado “Caracterización Socioambiental y Análisis Retrospectivo de Seis Obras Hidroeléctricas” (Reporte Interno de la CFE) el cual contempla tres estaciones de muestreo en la superficie del embalse: cola, presa y desfogue y a diferentes profundidades en la columna de agua. De la misma manera se realizó la comparación con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y de acuerdo a los indicadores de calidad del agua publicados por la CONAGUA (2008).

El sitio de muestreo correspondiente a la Red Nacional de Monitoreo de la CONAGUA, se localiza frente a la cortina de la presa en las coordenadas geográficas -93,100300 de Longitud Oeste y 16,935300 de Latitud Norte e identificada con la clave PSFS-21. De acuerdo a los indicadores publicados por esta institución, la calidad del agua varía de excelente a buena calidad (Tabla 4.18)

Indicador	Características
Demanda Biológica de Oxígeno	<b>Excelente:</b> No contaminada, DBO $\leq 3$
Demanda Química de Oxígeno	<b>Buena calidad:</b> Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable, $10 < DQO \leq 20$
Sólidos Suspendidos Totales	<b>Buena calidad:</b> Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales, $25 < SST \leq 75$

Tabla 4.18 Calidad del agua en la presa Chicoasén (CONAGUA 2008).

Con respecto a los resultados de los muestreos realizados en el desfogue y obra de toma de la CH Chicoasén, los coliformes fecales superan el límite máximo permisible de la NOM-001-SEMARNAT-1996 (1 000 NMP/100 ml). El fósforo y nitrógeno total cumplen con los límites permisibles establecidos en la normatividad para embalses naturales y artificiales (Tabla 4.19 y Tabla 4.20). La temperatura del agua se mantiene constante y es ligeramente inferior (1 °C) en el desfogue con respecto a la obra de toma.

Parámetro	Unidades	29/05/2008	18/03/2009	19/03/2009	24/03/2010
pH	Unidades	7,73	7,23	7,2	7,9
Temperatura	°C	26	26	26	27
Nitrógeno total	mg/l	0,21	1,07	1,1	0,23
Fósforo total	mg/l	0,02	0,081	0,1	
Coliformes fecales	UFC/100 ml		4 600	4 600	ND

Tabla 4.19 Resultados de los muestreos realizados en la obra de toma de la CH Chicoasén

Parámetro	Unidades	29/05/2008	18/03/2009	24/03/2010
pH	Unidades	7,62	7,9	8,44
Temperatura	°C	25	25	28
Nitrógeno total	mg/l	0,6	0,6	1,65
Fósforo total	mg/l	0,022	0,1	0,268
Coliformes fecales	UFC/100 ml	11 000	1500	40

Tabla 4.20 Resultados de los muestreos realizados en el desfogue de la CH Chicoasén

En los sitios de muestreo ubicados en el embalse (cola, presa y desfogue) se determinaron 23 parámetros, de los cuales únicamente los coliformes fecales así como las grasas y aceites rebasan los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad para embalses naturales y artificiales (Tabla 4.21). Con respecto a los metales pesados todos registraron concentraciones bajas y por debajo de los límites máximos permisibles (Tabla 4.22).

Parámetro	Unidades	Presa Chicoasén			NOM-01-SEMARNAT-2006, Limite Máximo Permissible	
		Cola	Presa	Desfogue	UA	UPU
Altitud	m	383	360	204		
Conductividad	µs/cm	406	388	401		
Humedad relativa	%	58	46	45		
Materia flotante		Madera	Nula	Nula	Ausente	Ausente
Nubosidad	%	70	40	60		
Olor		inodoro	inodoro	inodoro		
Oxígeno Disuelto	mg/l	7,2	7,6	5,72		
pH	unidades	6,78	7,1	6,25	5 a 10	5 a 10
Salinidad	%	0,2	0,2	0,2		
Temperatura Agua	°C	27	27,8	25,7	40	40
Temperatura Ambiente	°C	26	36	31		
Transparencia Secchi	cm	95	120	-		
Viento	m/s	0,5	3	0,3		
Coliformes fecales	NMP/100 ml	6 260	545	30	1 000	
Coliformes totales	NMP/100 ml	1 030	1 050	152		
DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,07	2,37	1,99	P.M. 75 P.D. 150	P.M. 30 P.D. 60
DQO	mg/l	<19,884	<19,884	<19,884		
Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	175,83	171,85	173,84		
Grasas y Aceites	mg/l	42,20	27,20	27,9	P.M. 15 P.D. 25	P.M. 15 P.D.

						25
Sólidos sedimentables	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	P.M. 1 P.D. 2	P.M. 1 P.D. 2
Sólidos suspendidos totales	mg/l	0,00	4,00	0,00		
Nitrógeno total	mg/l	13,7	11,6	7,3	P.M. 40 P.D. 60	P.M. 15; P.D. 25
Fósforo	mg/l	<0,013	<0,013	<0,013	P.M. 40 P.D. 60	P.M. 5 P.D. 10

P.D.= Promedio diario P.M.= Promedio Mensual  
 UA = Uso agrícola UPU = Uso público urbano

Tabla 4.21 Parámetros de calidad del agua determinados en el embalse de la CH Chicoasen

Las concentraciones más altas de coliformes fecales se registraron en la parte final del embalse, lo cual es debido a que es el sitio más cercano a las descargas de aguas residuales urbanas de Chiapa de Corzo; la concentración de este mismo parámetro disminuye considerablemente en el sitio cercano a la cortina (presa) y en el desfogue, en estos dos últimos las concentraciones de coliformes fecales cumplen con la normatividad.

De la misma manera la concentración de grasas y aceites es más alta en la parte final (cola) del embalse, disminuyen en el sitio cercano a la cortina (presa) y en el desfogue, sin embargo, superan los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad.

Todos los metales pesados analizados cumplen con la normatividad. En la mayoría de ellos, no se observan variaciones notables en su concentración en los tres sitios de muestreo.

Parámetro	Unidades	Presa Chicoasén			NOM-01-SEMARNAT-2006, Límite Máximo Permissible	
		Cola	Presa	Desfogue	UA	UPU
Arsénico	mg/l	<0,0042	<0,0042	<0,0042	P.M. = 0,2 P.D.= 0,4	P.M. = 0,1 P.D.= 0,2
Cadmio	mg/l	0,0050	0,0003	0,0006	P.M. = 0,2 P.D.= 0,4	P.M. = 0,1 P.D.= 0,2
Cianuros	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	P.M. = 2 P.D.= 3	P.M. = 1 P.D.= 2
Cobre	mg/l	<0,0035	0,0100	0,0050	P.M. = 4,0 P.D.= 6,0	P.M. = 4,0 P.D.= 6,0
Cromo	mg/l	<0,0035	<0,0035	<0,0035	P.M. = 1,0 P.D.= 1,5	P.M. = 0,5 P.D.= 1,0
Mercurio	mg/l	0,001	<0,001	<0,001	P.M. = 0,01 P.D.= 0,02	P.M. = 0,005 P.D.= 0,01
Plomo	mg/l	<0,0014	<0,0014	<0,0014	P.M. = 0,5; P.D.= 1	P.M. = 0,2 P.D.= 0,4
Zinc	mg/l	0,0107	0,0128	0,0107	P.M. = 10 P.D.= 20	P.M. = 10 P.D.= 20

P.D.= Promedio diario P.M.= Promedio Mensual  
 UA = Uso agrícola UPU = Uso público urbano

Tabla 4.22 Metales pesados determinados en el embalse de la CH Chicoasén.

Cabe señalar que el embalse Chicoasén, además de las descargas de la localidad de Chiapa de Corzo, recibe las aguas residuales de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez a través de su afluente el río Sabinal.



Por otra parte en el 2008, se determinaron cuatro parámetros en la columna de agua del embalse a la altura del sitio de cortina. En la Figura 4.30 y Tabla 4.23 siguientes se observa como la concentración de oxígeno disuelto disminuye conforme se incrementa la profundidad, de tal manera que a los 60 m de profundidad las condiciones son prácticamente anóxicas y no aptas para el sustento de vida acuática. Sin embargo, la temperatura del agua desciende solamente 1,8 °C a los cuatro metros de profundidad con respecto a la superficie y se mantiene constante hasta los 110 m en 26 °C.

El pH registra condiciones ligeramente acidas en la superficie las cuales se incrementan ligeramente hasta alcanzar 5,7 unidades de pH a los 60 m de profundidad.

Profundidad (m)	Temperatura (°C)	pH (unidades)	Oxigeno disuelto (mg/l)
0	27,8	6,66	9,63
1	27,7	6,6	9,63
2	26,7	6,36	7,7
3	26,2	6,21	5,47
4	26	6,16	5,47
5	26	6,12	5,07
6	26	6,06	3,95
7	26	6,06	3,65
8	26	5,98	3,65
9	26	5,9	3,75
10	26	5,9	4,05
15	26	5,88	3,95
20	26	5,83	3,95
25	26	5,83	3,85
30	26	5,88	3,34
35	26	5,88	3,34
40	26	5,86	3,04
50	26	5,86	3,04
60	26	5,7	0,61
65	26	5,7	0,61
80	26	5,7	0,61
100	26	5,71	0,61
110			

Tabla 4.23 Relación de la concentración parámetros fisicoquímicos y la profundidad del embalse Chicoasén.

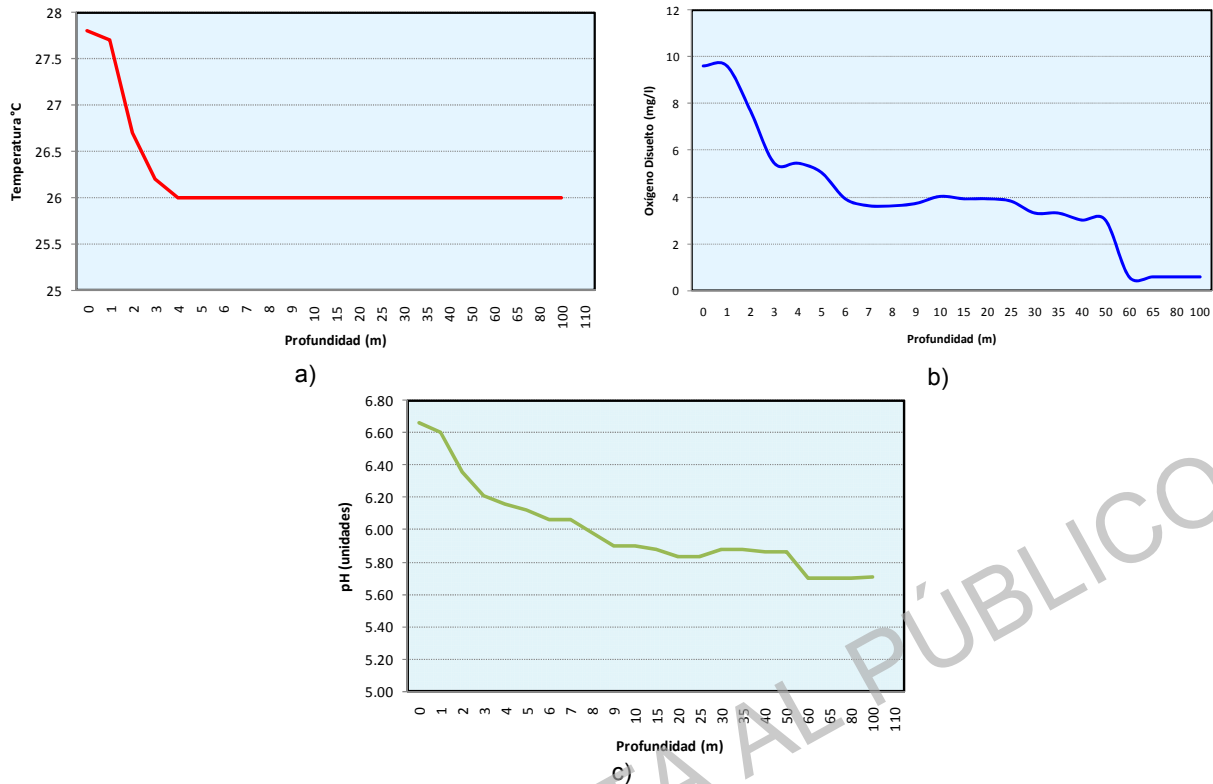


Figura 4.30 Comportamiento del oxígeno disuelto (a), temperatura (b) y pH (c) en el embalse Chicoasén

#### 4.2.1.5. Hidrología subterránea

El Sistema Ambiental Regional queda incluido en la Unidad Geohidrológica Tuxtla. El acuífero Tuxtla cubre una superficie aproximada de 5 268 km<sup>3</sup>, políticamente cubre completamente a los municipios Copainalá, San Fernando, Tuxtla Gutiérrez, Acala, Chiapilla, San Lucas, Ixtapa, Soyulá y Chicoasén y abarca parcialmente a los municipios de: Tecpatán, Berriozábal, Ocozocoautla de Espinoza, Suchiapa, Chiapa de Corzo, Totolapa, Teopisca, San Cristóbal de Las Casas, Zinacantán, Chamula, Larráinzar, Jitotol, Pueblo Nuevo, Rayón, Pantepec y Tapalapa, y (CNA 2010).

## 4.2.2. Aspectos bióticos

### 4.2.2.1. Vegetación terrestre y acuática en el SAR

La identificación de los tipos de vegetación en el SAR se realizó de acuerdo a la clasificación del Inventario Nacional Forestal efectuada para el Estado de Chiapas. Con la finalidad de verificar y determinar las diferentes asociaciones vegetales se seleccionaron puntos de verificación y/o muestreo en el área de influencia indirecta, y en el área de influencia directa se realizó un muestreo intensivo.

Las actividades de campo se llevaron a cabo entre los meses de abril a noviembre del 2009 con muestreos mensuales de 15 días en promedio, durante los cuales se hicieron actividades de colecta de ejemplares botánicos, selección, delimitación y muestreo de parcelas circulares y rectangulares, todo ello para el estudio de la estructura, composición y diversidad de los tipos de vegetación, tanto terrestres como acuáticos, además de los muestreos para su caracterización esquemática (perfiles esquemáticos).

Los sitios de muestreo se eligieron utilizando los sistemas de información geográfica (SIG) (Arc View para Windows) y considerando en campo aspectos como los caminos de acceso, la topografía del sitio (principalmente la pendiente, pedregosidad y la altitud), la cobertura de los remanentes de bosques mejor conservados y/o el estado de conservación y su cercanía con áreas perturbadas, ya que se trató de que el establecimiento de parcelas de muestreo estuvieran alejados de áreas totalmente deforestadas o descubiertas de vegetación (terrenos dedicados a la agricultura y la ganadería, principalmente). Los muestreos se realizaron en todos los tipos de vegetación presentes en el área. Por cada tipo de vegetación se llevaron a cabo muestreos en diferentes altitudes y en las zonas mejor conservadas, además se realizaron colectas en áreas perturbadas. Cada punto de muestreo/colecta fue georeferenciado con un GPS marca Garmin Etrex Vista HCx.

La caracterización fisonómica y la estructura física vertical de las áreas de muestreo se llevó a cabo utilizando el método de Küchler (1949) (tomado de Granados y Tapia, 1990). Puesto que este método fue diseñado para ecosistemas templados, se realizaron algunas modificaciones en cuanto a las características de las hojas y tallos para su posible aplicación en selvas tropicales.

#### A. Tipos de vegetación en el SAR

De acuerdo a la clasificación del Inventario Nacional Forestal y la cartografía de INEGI en el área de estudio se encuentran siete tipos de vegetación (Tabla 4.24 y Plano 4.2.2.1). Sin embargo, como resultado del reconocimiento de campo además se identificaron también los siguientes: el bosque de galería el cual es posible encontrar sobre los márgenes de ríos y arroyos perennes, principalmente sobre los márgenes del río Grijalva; el bosque de *Juniperus* del cual se desarrollan algunos remanentes modificados al sureste y en las partes altas del SAR, en ecotonía con los bosques de pino, bosques de encino y la selva baja caducifolia, muchos de éstos remanentes se encuentran muy reducidos por las actividades ganaderas y de agricultura principalmente. Un tercer tipo de vegetación es la selva mediana subcaducifolia, que se desarrolla hacia el oeste del área de estudio y fuera de la zona de influencia directa, se trata de pequeños remanentes que se ubican únicamente en las zonas encañonadas sobre ambos márgenes del río Grijalva, los pocos remanentes que aún se conservan es por debido a las

fueres pendientes que dificultan su acceso que además impiden realizar actividades agropecuaria o ganadera en estos manchones.

Uso de suelo y Vegetación	Clave	Superficie ha	Porcentaje %
Agricultura de temporal	AT	1 420	8,5
Agropecuario	AG	657,3	3,9
Asentamientos humanos	AH	411	2,5
Bosque de encino con vegetación secundaria	BQVS	452,7	2,7
Bosque de pino	BP	9,5	0,10
Bosque de pino con vegetación secundaria	BPVS	36,39	0,22
Bosque de pino-encino	BPQ	78,51	0,5
Bosque de galería	BR	33,9	0,2
Cuerpos de Agua	CA	229,7	1,4
Selva baja caducifolia	SBC	1 572,3	9,4
Selva baja caducifolia con vegetación secundaria	SBCVS	10 810,2	64,6
Selva baja subcaducifolia	SBSC	449,8	2,7
Sin vegetación aparente		151,9	0,9
Vegetación secundaria	VS	52,0	0,3
Superficie total:		16 721,8	100,00

Tabla 4.24 Cobertura de los Tipos de Vegetación y de Uso de Suelo dentro del SAR del PH Chicoasén II

Por la superficie que ocupa, la selva baja caducifolia con vegetación secundaria es el tipo de vegetación de mayor importancia en el SAR, seguido de la selva baja caducifolia, ambos se desarrollan en las partes más bajas, mientras que los bosques de encino y pino ocupan las partes más altas de las microcuencas a partir de los 800 msnm aproximadamente. La Figura 4.31 ilustra de manera esquemática y sintética la distribución de los diferentes tipos de vegetación de acuerdo al gradiente altitudinal en el SAR.

**B. Selva baja caducifolia con vegetación secundaria**

**Caracterización fisonómica y estructura vertical**

La selva baja caducifolia (SBCVS) comprende el área de mayor extensión dentro de la zona de estudio, a consecuencia de las diferentes condiciones de suelo, humedad y perturbación a la que se encuentra sometida, ésta muestra variaciones significativas en cuanto a composición florística y, en algunos casos, en cuanto a estructura física. Por lo anterior, en este apartado se realiza una descripción general de este tipo de vegetación abarcando las principales características de los sitios menos perturbados en el SAR.

Las capas de vegetación dentro de este tipo de vegetación, fueron divididas en estrato arbóreo y estrato herbáceo. El primero constituido por árboles de poca altura, entre 4,5 a 6 m, con un valor máximo de siete metros. Los troncos tienen colores grises en su mayoría, café claro y café oscuro; se ramifican en la base o a una distancia cercana a ésta, y mantienen valores bajos en diámetro a la altura del pecho (DAP), de 2 a 15 cm, algunos componentes alcanzan diámetros entre 20 y 30 cm, y sólo especies como *Leucaena diversifolia*, *Bursera simaruba* y

*Pseudobombax ellipticum* rebasan los 40 cm, incluso *P. ellipticum* puede llegar a medir hasta 70 cm de DAP. Las hojas en la estación seca están casi ausentes, de tal forma que la incidencia de luz solar es directa. Las pocas hojas que pueden hallarse toman un color verde pálido, que le otorgan un tono amarillo a las selvas. Al final de la estación, las yemas comienzan a desarrollarse, así, en la estación lluviosa el bosque se torna de un color verde claro por la presencia del nuevo follaje. Es muy frecuente encontrar hojas compuestas, con folíolos grandes o pequeños, aunque también abundan las hojas simples pequeñas y, grandes, en solamente algunas especies.

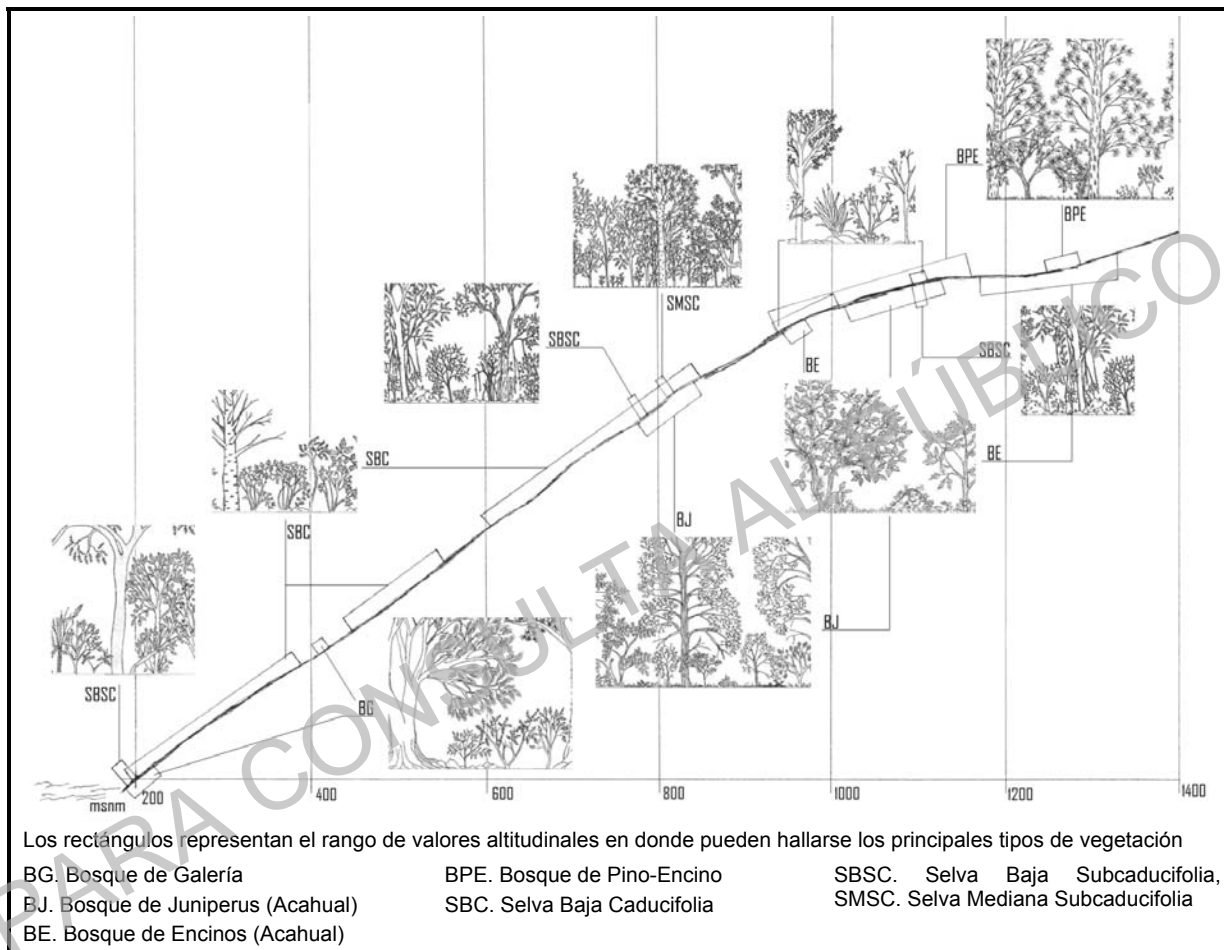


Figura 4.31 Distribución de las comunidades vegetales sobre un gradiente altitudinal en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

De acuerdo con Rzedowski (1978), los elementos espinosos dentro de este tipo de vegetación son característicos de lugares perturbados, en este sentido, podemos decir que los sitios muestreados, a pesar de que presentan alteraciones evidentes, conservan muchos componentes propios de una SBC, entre éstos se encuentran *Ceiba* sp, *Astronium graveolens*, *Cochlospermum vitifolium*, *Luehea* sp, *Trichilia hirta*, *Bursera simaruba*, entre otros (Rzedowski, 1978). Los géneros *Dioscorea* y *Ceiba* y algunas especies de la familia **Fabaceae**, como el género *Erithryna* son también algunos de los componentes de la SBC, todos ellos presentan numerosas espinas en los tallos, sin embargo esto no significa que su presencia en un área determine perturbación, pues están descritos como elementos característicos dentro de este tipo de vegetación (*op cit*). De acuerdo con las observaciones en campo, el género *Acacia*, sí puede ser utilizado como un indicador de perturbación, pues incluye especies con individuos

armados de numerosas espinas que llegan a dominar la vegetación después de la apertura de un área.

Como anteriormente se mencionó, la distribución y abundancia de las especies está en función de la temperatura, la precipitación y el sustrato disponible. Rzedowski (1978), menciona que en general, los elementos florísticos de la SBC muestran preferencia por suelos someros y pedregosos. El resultado de las diferentes combinaciones de las variables ambientales, en función de la disponibilidad de éstos, trae como consecuencia un marcado reemplazo de especies. Así, observamos una vegetación heterogénea en donde los componentes arbóreos dominantes presentan cambios constantes de un punto a otro. En general, dentro de los sitios, *Stemmadenia pubescens*, *Bursera simaruba*, y *Cochlospermum vitifolium* son las especies más abundantes. Aunque en otras áreas, *Senna atomaria* y *Leucaena* sp, pueden registrarse con numerosos individuos.

Por la preferencia de las epífitas a las zonas húmedas, éstas son escasas dentro de la SBC. Sin embargo, pueden encontrarse pequeñas poblaciones o individuos aislados en troncos de cortezas fisuradas e incluso sobre cactáceas columnares. Comúnmente, es el género *Tillandsia* y, en algunas ocasiones, algunas especies de la familia Orchidaceae las que toleran las condiciones hostiles de la selva.

Las lianas y los bejucos, son comunes dentro de este tipo de vegetación, y en algunos casos, muy abundantes, aunque tienden a disminuir sobre sustratos rocosos. Dentro de esta forma biológica, pueden observarse desde tallos muy delgados hasta tallos leñosos, y ambos pueden alcanzar la zona de copas, en donde desarrollan las hojas y estructuras reproductivas. Entre las familias más frecuentes podemos mencionar a **Bignoniaceae**, **Hippocrateaceae** y **Fabaceae** con tallos leñosos, y a **Vitaceae** y **Dioscoreaceae**, con tallos muy delgados, pero ampliamente ramificados.

### **Bosque de Galería (BG)**

El bosque de galería está compuesto por elementos florísticos característicos de las selvas bajas caducifolias, como resultado de la interacción entre ambos tipos de vegetación gracias a la corta distancia que presentan. No obstante, la cercanía al afluente, otorga el sustrato y la cantidad de agua suficiente para el crecimiento y desarrollo de especies con mayor demanda de agua o con mayor tolerancia a ésta. Entre las especies exclusivas del BG encontramos a *Ginoria nudiflora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Inga* sp, *Ceiba pentandra* y *Psidium guajava*. Las especies como *Cuphea utriculosa*, *Ruellia coroulea*, *Eryngium* sp y *Eustoma exaltatum*, son componentes herbáceos exclusivos también de este tipo de vegetación, que se encuentran creciendo solamente en los márgenes del río.

Las características de los elementos florísticos que componen al BG son similares a los de la SBC, en cuanto a tipos de hojas y colores de cortezas. Entre los tipos de corteza predominan los troncos con tallos lisos. Sin embargo, el BG está claramente diferenciado por tres características principales: la presencia de elementos arbóreos con altos valores de DAP como *Enterolobium cyclocarpum* o *Ceiba pentandra*, la altura de los árboles, que en ocasiones, pueden alcanzar los 16 m y por tener elementos perennifolios como *E. cyclocarpum* o componentes subcaducifolios que en condiciones adversas de sequía se tornan caducifolios, como *Bursera simaruba*. Ésta última característica mantiene el color verde del bosque aún en la estación seca del año.

Las lianas y bejucos son frecuentes, y generalmente comparten las especies con la SBC. Entre los elementos principales se encuentran individuos de la familia Bignoniaceae, con tallos

leñosos, y en algunos casos del género *Dioscorea*, con tallos muy delgados. *Solanum cobanense*, es un bejuco frecuentemente encontrado dentro de este tipo de vegetación en el estrato herbáceo.

Dentro del BG la estratificación es similar a la SBC, con la subdivisión del estrato arbóreo en zona de copas (eminencias) y la zona inferior de copas.

### **Selva Mediana Subcaducifolia (SMSC)**

La zona de estudio está ubicada a 2 km al NE del ejido La Pimienta, en la Cañada el Mojón del Diablo, municipio de San Fernando, a 807 msnm, sobre un terreno con una inclinación que puede variar de 20 a 45%. El sitio limita al NE con una abrupta cañada cubierta por Selva Baja Caducifolia, y al SO con acahuales y vegetación secundaria de SMSC. Actividades como la cacería y el desmonte por parte de los habitantes del ejido, han propiciado la alteración y desaparición de gran parte de la cobertura dentro de este tipo de vegetación. De tal forma que, el área que mantiene una comunidad densa y cerrada, como lo describe Rzedowski (1978), es considerablemente reducida.

El relieve dentro del área de estudio es variable, las pequeñas cañadas se observan de forma constante, al igual que los terrenos inclinados o más o menos planos. El suelo de la selva es de color negro y se encuentra cubierto por una gruesa capa de materia orgánica, que mantiene una alta humedad en la superficie y permite la germinación de semillas y el crecimiento y desarrollo de numerosas plántulas. Las rocas grandes son frecuentes y ofrecen el sustrato no sólo para algunas herbáceas, sino también para especies arbóreas, como *Brosimum alicastrum*. Existe un espacio a manera de brecha en donde se mueven las corrientes de agua durante la estación lluviosa, en este punto las rocas son abundantes. La composición florística de este lugar es similar a la encontrada en el resto de la selva, sin embargo la distancia entre individuos y la altura de los árboles es mayor.

La estratificación se dificulta debido a la ausencia casi total del estrato herbáceo y la escasez de especies arbustivas. El estrato arbóreo (6-25 m), es la única capa claramente definida, que se subdivide en zona de copas (18-25 m) y zona inferior de copas (6-18 m) (Figura 4.32 y Figura 4.33). Rzedowski (1978) menciona que ésta es una condición característica de la SMSC, como resultado de la insuficiente incidencia de luz solar que pasa a través de del dosel. La figura 6, muestra un esquema representativo de la estructura y composición florística de la SMSC tanto en sustratos rocosos como en suelos desprovistos de roca.

Dentro de la zona de copas encontramos a los individuos considerados como eminencias por las grandes alturas que presentan. Las especies comúnmente encontradas son *Brosimum alicastrum*, *Pseudobombax ellipticum* y *Eugenia aff. xalapensis*, con menor frecuencia se hallan *Bursera simaruba* y *Chrysophyllum mexicanum*. *B. alicastrum* no puede considerarse como dominante, sin embargo, es un tanto más abundante que el resto de las especies. Las hojas simples o compuestas, son de tamaños variados, desde pequeñas en *Eugenia aff. xalapensis* hasta muy grandes como *Pseudobombax ellipticum*, los márgenes son enteros, aserrados o sinuados, de coloraciones verde oscuro. Los troncos son rectos, o más o menos inclinados, en raras ocasiones completamente curvos. Los valores de DAP oscilan de 27 a 40 cm. Las cortezas son lisas, ligera o profundamente fisuradas y en algunos casos escamosas, como en *Bursera simaruba*, los colores varían de tonos verdes-grisáceos hasta café-oscuro. Las copas de los árboles formadas por abundantes ramificaciones pueden o no tocarse, estableciendo un dosel discontinuo que permite la entrada de abundante luz solar.

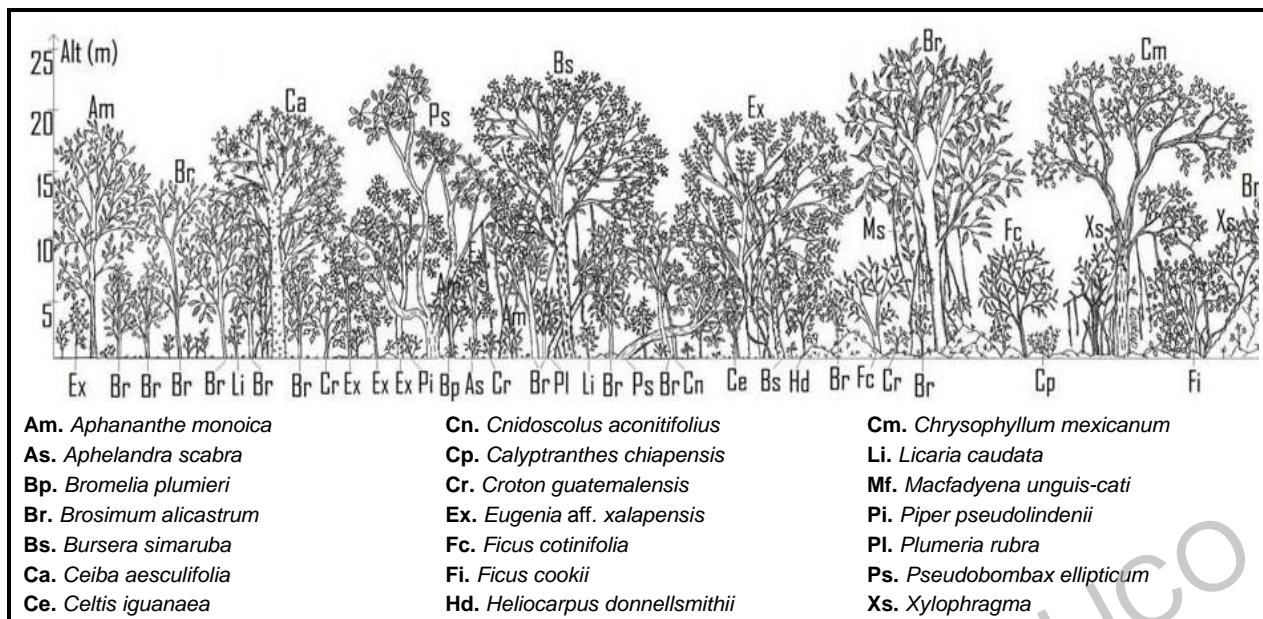


Figura 4.32 Perfil de una Selva Mediana Subcaducifolia (SMSC) en el Zona de Influencia Indirecta del SAR PH Chicoasén II, Chis.

La zona inferior de copas se puede caracterizar por su aspecto heterogéneo, originado principalmente por las variaciones en la altura de los árboles y los diámetros de los troncos. Esta capa de vegetación es densa gracias a la abundancia de árboles en crecimiento, principalmente de *Brosimum alicastrum*. La diversidad es más alta que en la zona de copas, pues se encuentran componentes de bajas alturas como *Plumeria rubra* y *Croton guatemalensis*. Las hojas son simples o compuestas, de márgenes enteros, ondulados y aserrados, con tonos claros a oscuros. Los troncos son rectos, a veces inclinados a ligeramente curvados. De la base del tronco de algunas especies, como *Licaria caudata* y *Eugenia aff. Xalapensis*, surgen abundantes brotes. Los DAP varían de 2,5 a 10 cm, aunque especies como *Plumeria rubra* y *Pseudobombax ellipticum* llegan a medir de 13 a 15 cm. Las cortezas son lisas en su mayoría, debido a que los árboles juveniles aún no muestran las fisuras que presentan en estado adulto, las coloraciones van de verde-grisáceo a café. La distancia entre individuos generalmente se mide en centímetros, sólo los árboles más grandes se encuentran a aproximadamente un metro, entre uno y otro, de tal forma que, la entrada de luz solar al piso de la selva es mínima.

El estrato arbustivo, como se comentó, no se encuentra claramente definido. Dentro de la selva se registraron siete especies, entre ellas la más frecuente es *Aphelandra scabra*, sin embargo, la abundancia es baja y los individuos crecen de manera aislada. Los arbustos miden de 1,5 a 2,5 metros de altura. Dentro de este rango se encuentra también *Chamaedorea glaucifolia*, la única especie arborescente registrada. Las especies herbáceas están ausentes casi por completo y aumentan su frecuencia en áreas rocosas. Entre las hierbas rupícolas se hallan representantes de las familias **Begoniaceae, Polypodiaceae y Piperaceae**. Las hierbas del piso de la selva se restringen a dos especies *Bromelia plumieri* y *Oeceoclades maculata* (especie introducida), con escasos individuos que crecen de forma aislada. Se registraron también algunas plántulas de *Zamia spnov.*, sin embargo, no se encontró ningún ejemplar adulto o juvenil.

El número de especies de lianas es bajo, no obstante, la abundancia de los individuos es elevada, cada uno produce varios tallos que se entrelazan y se extienden desde el piso de la



selva hasta la zona inferior de copas. Los DAP varían de 2,5 hasta de siete centímetros. Entre las especies más frecuentes están *Macfadyena unguis-cati*, *Xylophragma seemannianum* e *Hiraea reclinata*. Los bejucos, por otra parte, no son comunes, en toda la selva quizá puedan encontrarse de una a dos especies. Las epífitas están completamente ausentes.

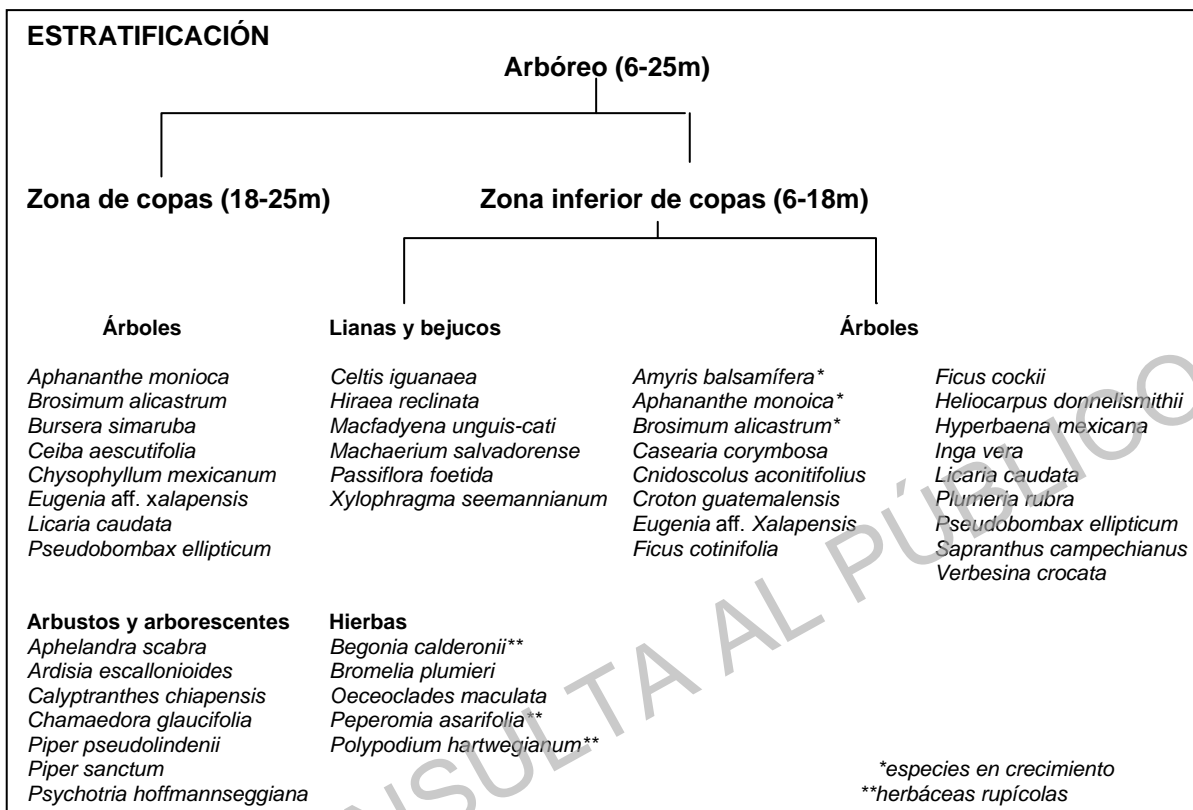


Figura 4.33 Composición florística de las capas de vegetación dentro de una Selva Mediana Subcaducifolia (SMSC) dentro del área del Proyecto SAR del PH Chicoasén II

### Bosque de Pino-Quercus (BPQ)

El sitio de muestreo para este tipo de vegetación se encuentra dentro del rancho El Sauz al Oeste del ejido Las Pilas, municipio de Chicoasén a 1 241 msnm, con una inclinación de 29 %. El área de estudio ha recibido fuertes impactos a causa de las actividades humanas, entre ellas la extracción de leña. De esta forma, se observa un mosaico de vegetación, que incluyen bosques maduros y zonas en diferentes estados de sucesión, así como también sitios que han sido dedicados al pastoreo. En realidad, el Bosque de Pino-Quercus (BPQ) se encuentra representado por manchones de vegetación de tamaños reducidos, que limitan con las áreas ya mencionadas. Dentro del BPQ los árboles del género *Quercus* pueden encontrarse en poblaciones grandes con individuos en estado adulto o juvenil. El lugar es muy heterogéneo en cuanto al relieve. Así, las especies de las comunidades responden a éstas condiciones generando cambios en estructura y composición.

El suelo del bosque cambia de aspecto de un sitio a otro. De esta manera, puede estar cubierto de pasto y algunas otras especies herbáceas, o hallarse casi completamente descubierto. En el último de los casos su coloración es negro-grisáceo, las rocas de pequeño tamaño son abundantes, no hay humedad sobre la superficie y solo crecen algunas herbáceas que en su mayoría son de corta altura.

Como se ha mencionado, las condiciones del BPQ dentro de esta zona son muy heterogéneas. El esquema de la Figura 4.34 se presenta a este tipo de vegetación bajo condiciones mínimas de perturbación, en donde se conjuntan dos escenarios, uno de ellos considera a los encinos maduros encontrados con las ramas cubiertas casi por completo de epífitas, por otro lado, se observa a los pinos compartiendo el espacio únicamente con árboles de *Quercus* en estado juvenil, como es el caso de *Q. benthamii*, registrado dentro de uno de los sitios muestreados, todos los ejemplares se encuentran entre los tres a cuatro metros de altura.

La vegetación, generalmente, se divide en dos capas (Figura 4.35): estrato arbóreo ( $\geq 18$  m) y estrato herbáceo ( $\geq 80$  cm). El estrato arbóreo se subdivide en zona inferior de copas ( $\geq 6$  m) y zona de copas ( $\geq 18$  m) cuando los encinos se encuentran en estado adulto. Dentro de algunas áreas suelen hallarse dos o tres especies de arbustos creciendo de forma esporádica, sin embargo, no alcanzan a formar un estrato arbustivo por la escasa abundancia de los individuos. Como Rzedowski (19787) lo menciona, en el BPQ las especies herbáceas predominan sobre las leñosas que, en parte, desaparecen por completo de la superficie del suelo en la época desfavorable.

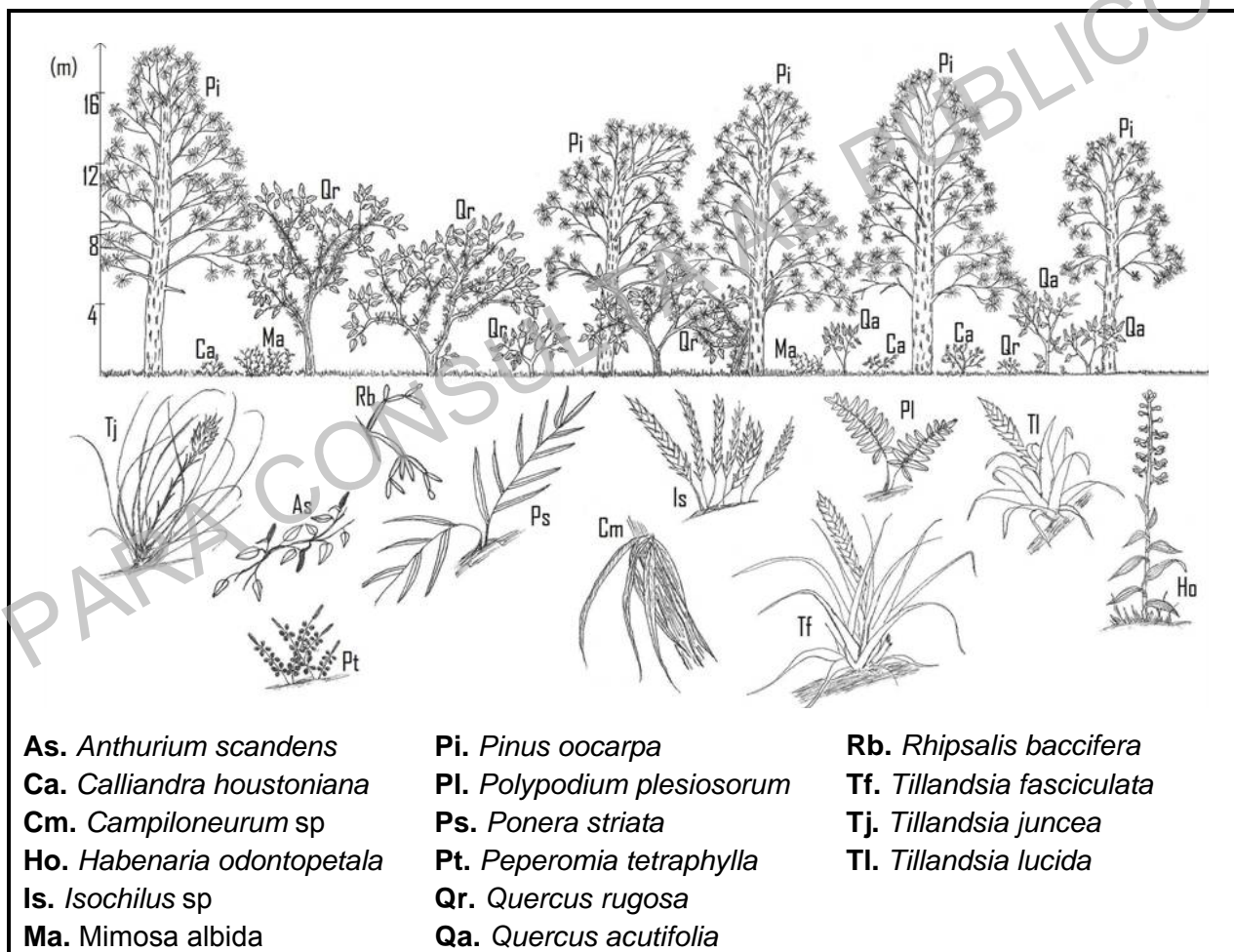


Figura 4.34 Esquema representativo de la estructura física vertical de un fragmento de Bosque de Pino-Quercus dentro del SAR del PH Chicoasén II, Chis.

La zona de copas se encuentra conformada por una sola especie, *Pinus oocarpa*. Los árboles alcanzan alturas entre 16 a 18 metros, aunque también pueden hallarse ejemplares hasta de 20 m. Los troncos son, en su mayoría, rectos, algunas veces ligeramente inclinados y varían

significativamente en los valores de DAP de un sitio a otro (20-80 cm). La corteza es profundamente fisurada en grandes piezas rectangulares de color café oscuro. La distancia menor entre los individuos es de tres a cuatro metros. Las ramificaciones se producen a los cuatro o cinco metros de altura; generalmente, las primeras cinco o seis carecen por completo de hojas. Las copas de los árboles no se tocan, a menos que las ramas muestren una fuerte inclinación, por otro lado, la parte basal y principalmente la parte media de los pinos tienden a fusionarse ligeramente. La disposición de las hojas y la forma de éstas permiten la entrada, casi directa, de luz solar, que favorece el desarrollo y crecimiento de las especies que componen los estratos inferiores.

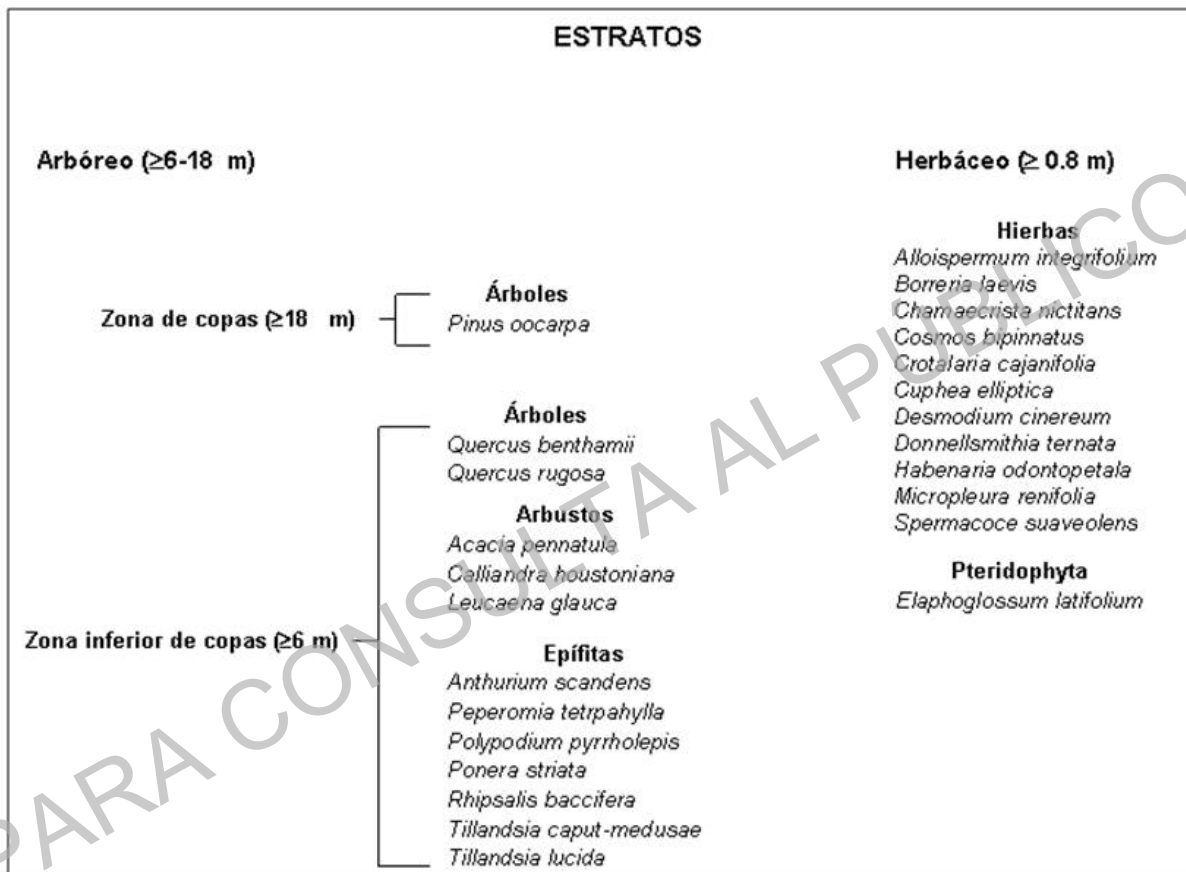


Figura 4.35 Composición florística de las capas de vegetación de un Bosque de Pino-Quercus (BPQ) dentro del SAR del PH Chicoasén II, Chis.

La zona inferior de copas la conforman individuos de *Quercus rugosa*. Los árboles de esta especie presentan alturas entre cinco a seis metros. El crecimiento de los troncos y ramas son irregulares formando numerosas curvaturas. Los valores de DAP se ubican dentro de un rango de 10-35 cm, pocos ejemplares puede llegar a medir más de 40 cm. La corteza es fisurada en pequeñas piezas irregulares con forma más o menos rectangular de color café-grisáceo. Los encinos producen numerosas ramas que pueden surgir a partir de uno a tres metros de alto, a lo largo de ellas crecen abundantes individuos de plantas epífitas. Entre las más comunes se encuentran especies representantes de la familia **Bromeliaceae**, comúnmente del género *Tillandsia*. La distancia entre los individuos es muy variable entre sitios, en algunos, los árboles crecen de forma aislada, en otros, éstos son abundantes y la distancia menor entre cada uno de ellos es de aproximadamente tres metros. Las hojas de *Q. rugosa* son simples, de margen ondulado a lobado, coriáceas, con tamaños variables. Los tonos verde oscuro son

característicos de este género y *Q. rugosa* no es la excepción, en lo que a la parte adaxial se refiere, la abaxial está cubierta con una fina pubescencia de color café claro, que facilita su determinación en campo.

El estrato herbáceo varía en composición entre un sitio y otro. Algunos se encuentran cubiertos casi por completo de una o dos especies de la familia Poaceae, que como Rzedowski (1978) lo menciona, son comunes para este tipo de vegetación, y comparten el espacio con algunas especies de la familia **Asteraceae y Fabaceae**. En otros, en donde los suelos se encuentran descubiertos, las herbáceas crecen de forma esporádica. La altura de los individuos que conforman este estrato es muy variable, pueden ubicarse entre 10-80 cm. Los individuos de *Mimosa albida* crecen formando poblaciones de varios individuos que producen numerosas ramificaciones con alturas mayores a un metro, sin embargo, su forma de ramificar le otorga una apariencia más arbustiva que herbácea.

Dentro del BPQ, las lianas y bejucos están ausentes casi por completo, de acuerdo con Rzedowski (1978) esta característica es común para este tipo de vegetación. Aunque se observaron especies de la familia **Smilacaceae y Dioscoreaceae** creciendo en el piso de uno de los sitios muestreados. Por otra parte, las epífitas, como se ha mencionado se desarrollan formando grandes poblaciones sobre las ramas de los encinos. Las bromelias, orquídeas y pteridofitas son las más abundantes. Los pinos no ofrecen un buen sustrato para estas especies, Rzedowski (1978) atribuye esta característica a la resina que estos árboles secretan. No obstante, pueden hallarse una o dos especies aisladas creciendo sobre los troncos o ramas de algunos pinos, comúnmente, son especies que pertenecen al género *Tillandsia*. La distribución de las epífitas varía en gran medida, pueden observarse sobre algún tronco de encino a menos de un metro de altura o sobre la rama de un árbol de pino a 15 o 16 m de alto, aunque, generalmente, su abundancia se concentra entre los tres a cinco metros.

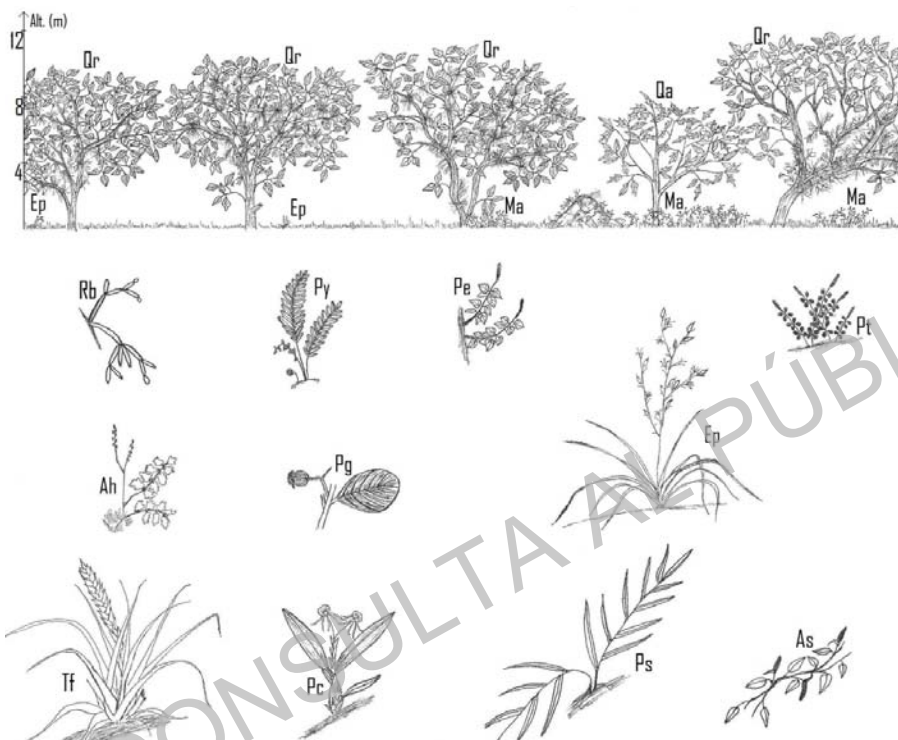
### **Bosque de Quercus (Acahual o Vegetación Secundaria) (BQVS)**

El sitio de muestreo de este tipo de comunidad se encuentra dentro del ejido Agua zarca, municipio de Chicoasén, a 1 162 msnm, sobre una pendiente de 62 %. Al noroeste colinda con acahuals de bosque de encinos y al sureste con amplios caminos de terracería. La mayor parte de los bosques de la zona se hallan sobre terrenos que actualmente son propiedades de ejidatarios que radican en ejidos aledaños o en la cabecera municipal. A consecuencia, han sufrido alteraciones en su estructura biológica y física, pues los propietarios eliminan por completo los estratos inferiores, dejando únicamente el estrato arbóreo. Así, la composición florística está en función del tiempo de descanso de los terrenos.

El suelo es de color café-rojizo, con una delgada capa de materia orgánica y baja humedad. Las rocas pueden ser escasas o abundantes, proporcionando el sustrato para especies rupícolas como *Anemia hirsuta*. Rzedowski (1978) menciona que los bosques de *Quercus* mantienen un estrato herbáceo y arbustivo bien desarrollado, como resultado del desmonte, dentro de la zona de estudio, se observan únicamente dos capas de vegetación claramente definidas (Figura 4.36 y Figura 4.37), el estrato arbóreo (8-12 m) y el herbáceo ( $\geq 30$ -150 cm). El único arbusto registrado, *Psidium guajava*, se incluyó en el estrato herbáceo, pues se trata de un individuo en crecimiento de aproximadamente 50 cm de altura.

El estrato arbóreo se encuentra constituido por dos especies: *Quercus acutifolia* y *Q. rugosa*. La última está considerada como dominante, mientras que la primera se encuentra de forma esporádica dentro del bosque. Los encinos alcanzan entre ocho y 10 metros de altura, sin embargo, algunos individuos pueden medir hasta 12 m. Las hojas de *Q. rugosa* son simples, de margen ondulado, sinuados o lobado, la parte adaxial de la lámina es de color verde oscuro,

mientras que la parte abaxial está cubierta por una densa pubescencia de color café claro. Por otra parte, las hojas de *Q. acutifolia* son glabras, de color verde claro y con márgenes dentados a aserrados. La corteza de los árboles de encino presenta tonos café oscuro y puede ser ligera a profundamente fisurada. Los DAP oscilan entre 12 y 40 cm, no obstante, no es raro registrar ejemplares con más de 40 y hasta con 70 cm. Las ramificaciones se originan a corta altura, aproximadamente a partir de 1,5 a 2,0 metros. Las copas, formadas por numerosas ramificaciones, son redondeadas y achatadas en la parte superior. La distancia entre individuos es de tres a cuatro metros, aproximadamente.



- |   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Ah.</b> <i>Anemia hirsuta</i>        | <b>Pe.</b> <i>Peperomia quadrifolia</i> | <b>Qa.</b> <i>Quercus acutifolia</i>     |
| <b>As.</b> <i>Anthurium scandens</i>    | <b>Pg.</b> <i>Psidium guajava</i>       | <b>Qr.</b> <i>Quercus rugosa</i>         |
| <b>Ep.</b> <i>Echeandia parviflora</i>  | <b>Ps.</b> <i>Ponera striata</i>        | <b>Rb.</b> <i>Rhipsalis baccifera</i>    |
| <b>Ma.</b> <i>Mimosa albida</i>         | <b>Pt.</b> <i>Peperomia tetraphylla</i> | <b>Tf.</b> <i>Tillandsia fasciculata</i> |
| <b>Pc.</b> <i>Prosthechea cochleata</i> | <b>Py.</b> <i>Polypodium pyrrolepis</i> |  |

Figura 4.36 Esquema representativo de la estratificación vertical de un acahual de Bosque de Encinos (BE) dentro del SAR del PH Chicoasén II, Chis.

El estrato herbáceo es muy heterogéneo, en él predominan bejucos y herbáceas de crecimiento rápido. El suelo puede estar completamente cubierto por una o dos especies de la familia **Poaceae** o encontrarse cubierto por una ligera capa de hojas de encinos que permiten el desarrollo de diferentes especies, entre ellas *Echeandia parviflora* y *Mimosa albida* son las más frecuentes dentro de este estrato. La altura de los componentes florísticos oscila entre 10 a 30 cm, aunque pueden encontrarse ejemplares de más de 100 cm. En ciertas partes del bosque, *Mimosa albida* forma poblaciones de abundantes individuos con alturas mayores a un metro, que toman un aspecto más arbustivo que herbáceo. Las especies rupícolas aumentan considerablemente la diversidad del BE, algunas como *Echeandia parviflora* pueden ser tanto terrestres como rupícolas, otras como *Sobralia decora*, *Adiantum concinnum*, *Peperomia quadrifolia*, son exclusivamente rupícolas. Las plántulas de *Q. rugosa* también forman parte del estrato herbáceo, éstas se encuentran distribuidas en todo el suelo del bosque.

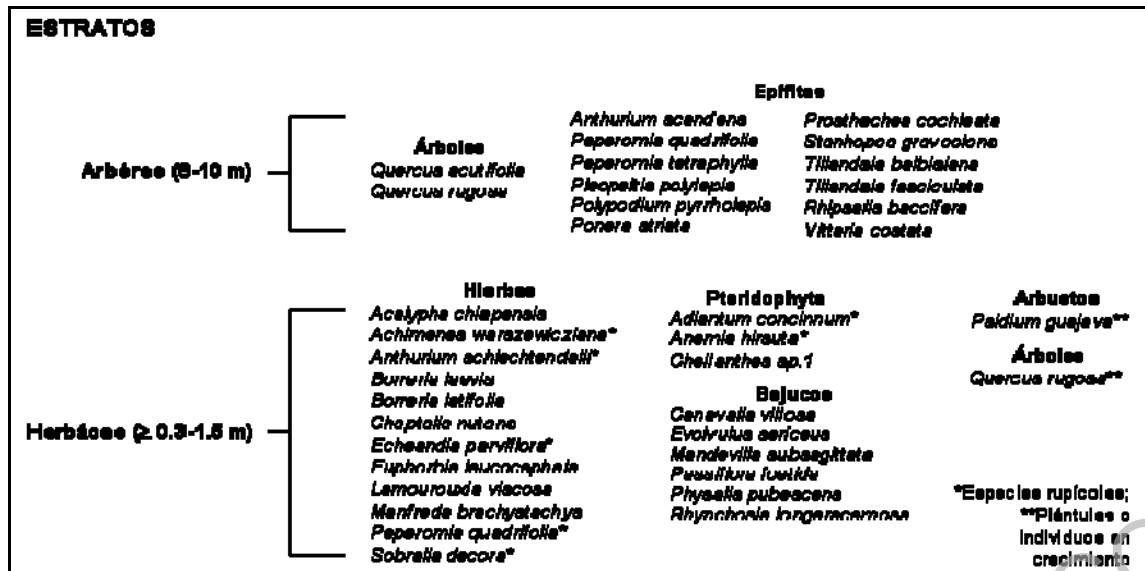


Figura 4.37 Composición florística de los estratos dentro de un acahual de Bosque de Encinos (BE) en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

Usualmente se hallan árboles con las ramas cubiertas por epífitas, aunque también se encuentran sitios en donde los encinos son hospederos de dos o tres individuos. De la misma forma que las especies rupícolas, las epífitas incrementan la diversidad de los bosques. Las lianas están completamente ausentes. Los bejucos están representados por especies de diferentes familias botánicas, en donde la familia Fabaceae es la más abundante.

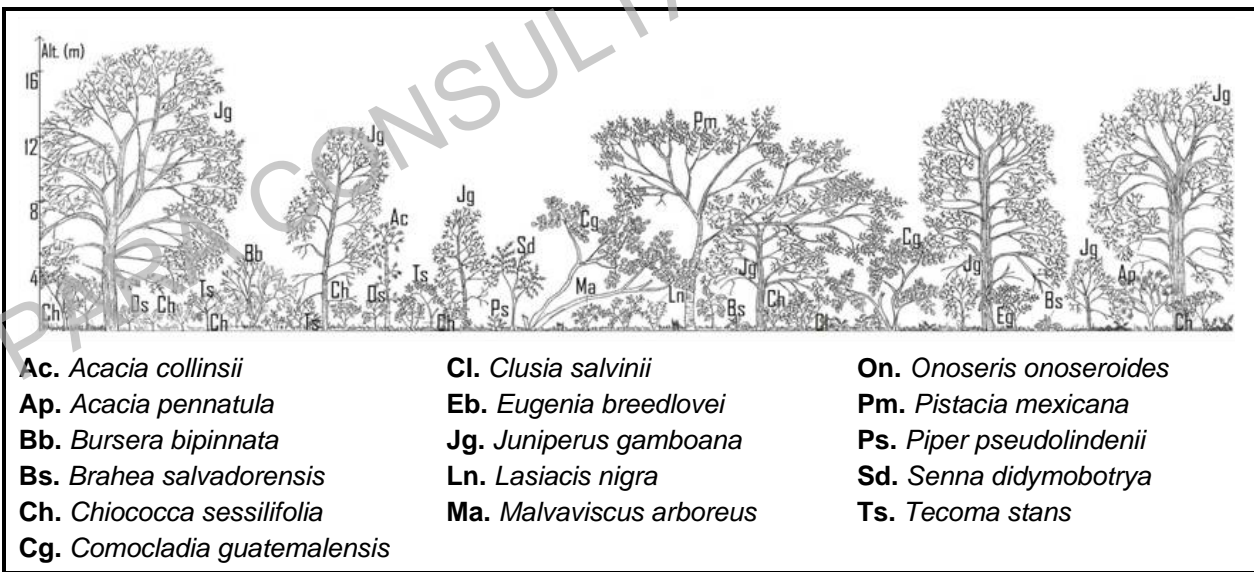


Figura 4.38 Esquema representativo de la estructura física vertical de un Bosque de Juniperus (BJ) (acahual) dentro del SAR del PH Chicoasén II, Chis.

### Bosque de Juniperus (Acahual) (BJ)

El sitio de muestreo para esta comunidad se ubica a 4 km al oeste del ejido El Carmelo, municipio de San Fernando, a 1 125 msnm, sobre un terreno con 18 % de inclinación (Figura 4.38). De la misma forma que los tipos de vegetación anteriores, el BJ sufre graves alteraciones ecológicas a causa del desmonte con fines agrícolas. El efecto de borde puede

observarse claramente a través de una franja de árboles muertos de *Juniperus gamboana* que forma una línea divisoria entre las áreas de cultivo y los acahuals de BJ. El sitio de muestreo limita al norte y oeste con acahuals de BJ, y al sur y este con amplios caminos de terracería.

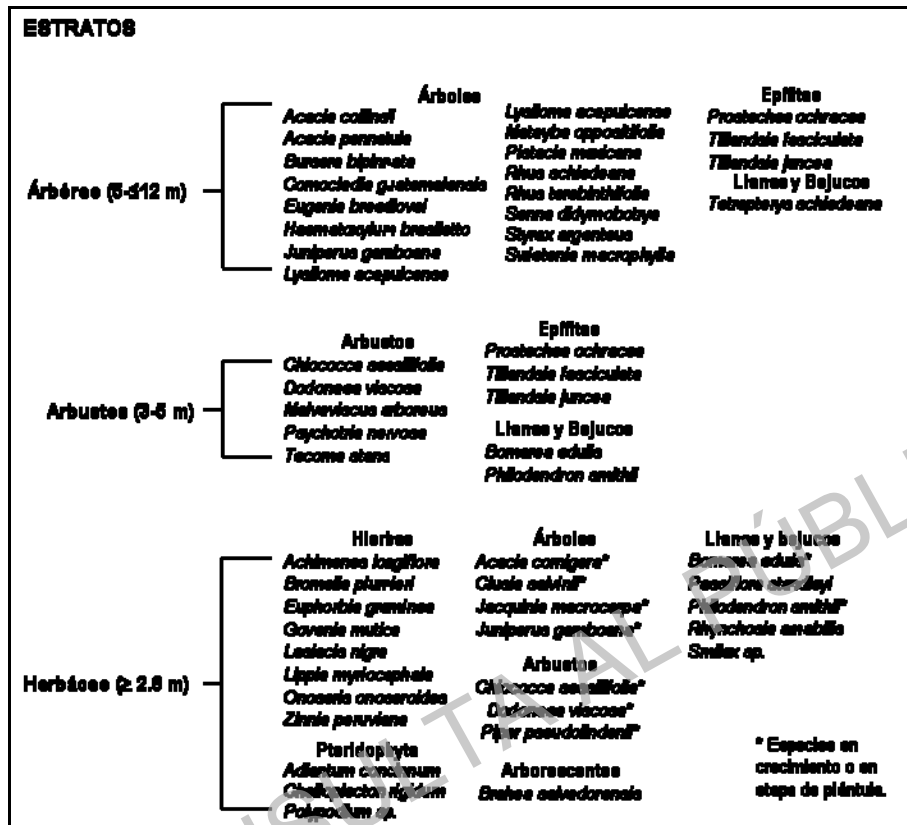


Figura 4.39 Composición florística de las capas de vegetación de un Bosque de *Juniperus* (BJ) (acahual) dentro del SAR PH Chicoasén II, Chis.

El suelo dentro de los acahuals de BJ es húmedo, pedregoso y con bajo contenido de materia orgánica. Es posible que esta característica sea habitual para este tipo de vegetación, pues Rzedowski (1978) comenta que dentro de los bosques de *Juniperus* se observan suelos poco profundos y pedregosos. El grado de disturbio ha generado las condiciones adecuadas para el establecimiento de pastos, principalmente de *Lasiacis nigra*, y otras especies propias de acahuals, que cubren la mayor parte de la superficie del suelo. La estructura física reportada por Rzedowski (1978) para los bosques de *Juniperus* aún se conserva. Pueden observarse tres estratos bien definidos: el estrato arbóreo (5-12 m), arbustivo (3,5-5 m) y herbáceo (≤2) (Figura 4.38 y Figura 4.39).

El estrato arbóreo está constituido principalmente por siete especies. *Juniperus gamboana* es la especie dominante y la de mayor altura, puede alcanzar hasta 14 m, aunque la mayor parte de los individuos son juveniles, generalmente con alturas mayores a cinco metros, solamente tres o cuatro fueron adultos presentando valores de DAP entre 30 y 45 cm. La distancia entre un ejemplar y otro es de aproximadamente cinco a seis metros. De los troncos de los árboles adultos de *J. gamboana* surgen numerosas ramificaciones que se extienden en longitud formando una sombra que abarca un espacio considerable, probablemente, la necesidad de un área bastante grande sea la causa de su distribución aislada dentro del bosque. Se encuentran también otras especies importantes por su abundancia como *Rhus schiedeana* y *Comocladia guatemalensis*.

Los árboles que conforman este estrato no tienen un patrón morfológico específico, las hojas pueden ser simples o compuestas, de varios tamaños, formas y coloraciones. De la misma forma, las cortezas lisas o fisuradas, presentan tonos cafés, grises o rojizos. Los troncos poseen generalmente valores pequeños de DAP, entre siete y 20 cm, sin embargo, pueden hallarse también individuos con más de 40 cm. Éstas características le otorgan heterogeneidad en la fisonomía del BJ.

El estrato arbustivo, está representado por unas cuantas especies. *Chiococca sessilifolia* es la más abundante y peculiar por la forma de ramificar, la flexibilidad de las ramas y la coloración blanco-grisáceo de su corteza. El resto de las especies se hallan de forma esporádica. Las hojas simples son comunes dentro de esta capa de vegetación. Los valores de DAP son pequeños, oscilan entre dos y siete centímetros. La altura de la mayor parte de los individuos es de tres a cuatro metros. Dentro de este estrato se encuentran también árboles juveniles de algunas de las especies que componen el estrato arbóreo, como *Juniperus gamboana* y *Schaefferia frutescens*.

Rzedowski (1978) comenta que el BJ mantiene un estrato herbáceo bien desarrollado. Aunado a esto, el proceso de regeneración como consecuencia de la perturbación, ha propiciado el aumento en la diversidad de las especies herbáceas dentro del sitio de estudio. De tal forma que son las hierbas las que dominan sobre las leñosas en cuanto a número de especies. En general, la altura del estrato herbáceo es menor a 50 cm, no obstante, pueden hallarse componentes de aproximadamente 90 cm como *Govenia mutica*, o de más de 100 cm, como en el caso de *Bromelia pinguin*, la única especie herbácea que puede llegar a medir más de dos metros es la asteracea *Onoseris onoseroides*. Las plántulas de diferentes especies de árboles y arbustos son también componentes principales de este estrato. *Jacquinia macrocarpa* y *Clusia salvinii* se registraron únicamente dentro esta capa de vegetación, es probable que las condiciones del suelo y luz solar no permitan el establecimiento de estas especies, o quizá sean componentes que remplazarán a otros durante el proceso de sucesión.

Las especies epífitas son escasas dentro del bosque, se observaron solamente tres especies: *Prosthechea ochracea*, *Tillandsia juncea* y *T. fasciculata*. No todos los árboles pueden ser hospederos de epífitas, y dentro del BJ son pocos los que albergan numerosos individuos en el tronco y ramas. Las lianas y bejuco son más frecuentes, usualmente, se hallan ejemplares estériles creciendo sobre las ramas o troncos de los árboles, solamente producen estructuras reproductivas cuando logran alcanzar las ramas más altas o la copa.

### C. Tipos de vegetación en la Zona de Influencia Directa (ZID)

Para corroborar y complementar la identificación de los tipos de vegetación en el área de influencia directa, se adquirió una imagen de alta resolución, de color natural de 8 Bit y un tamaño de pixel de 60 cm. Con esta imagen se identificaron las áreas recién abiertas para potreros y en general las áreas desmontadas, y con la aplicación del programa ArcGIS, se digitalizaron estas superficies para incluirlas en la evaluación de la vegetación, así mismo se realizaron colectas y muestreos en parcelas en los sitios de obra y embalse.

En la zona de influencia directa únicamente se identificaron dos tipos de vegetación: la selva baja caducifolia con vegetación secundaria (SBCVS) y el bosque ripario o bosque de galería (BG) (plano). Desde la margen del río en línea vertical, el bosque de galería ocupa una franja de aproximadamente de 15 a 20 m, la cual colinda inmediatamente con la selva baja caducifolia perturbada (Tabla 4.25 Y Plano 4.2.2.1.C.).

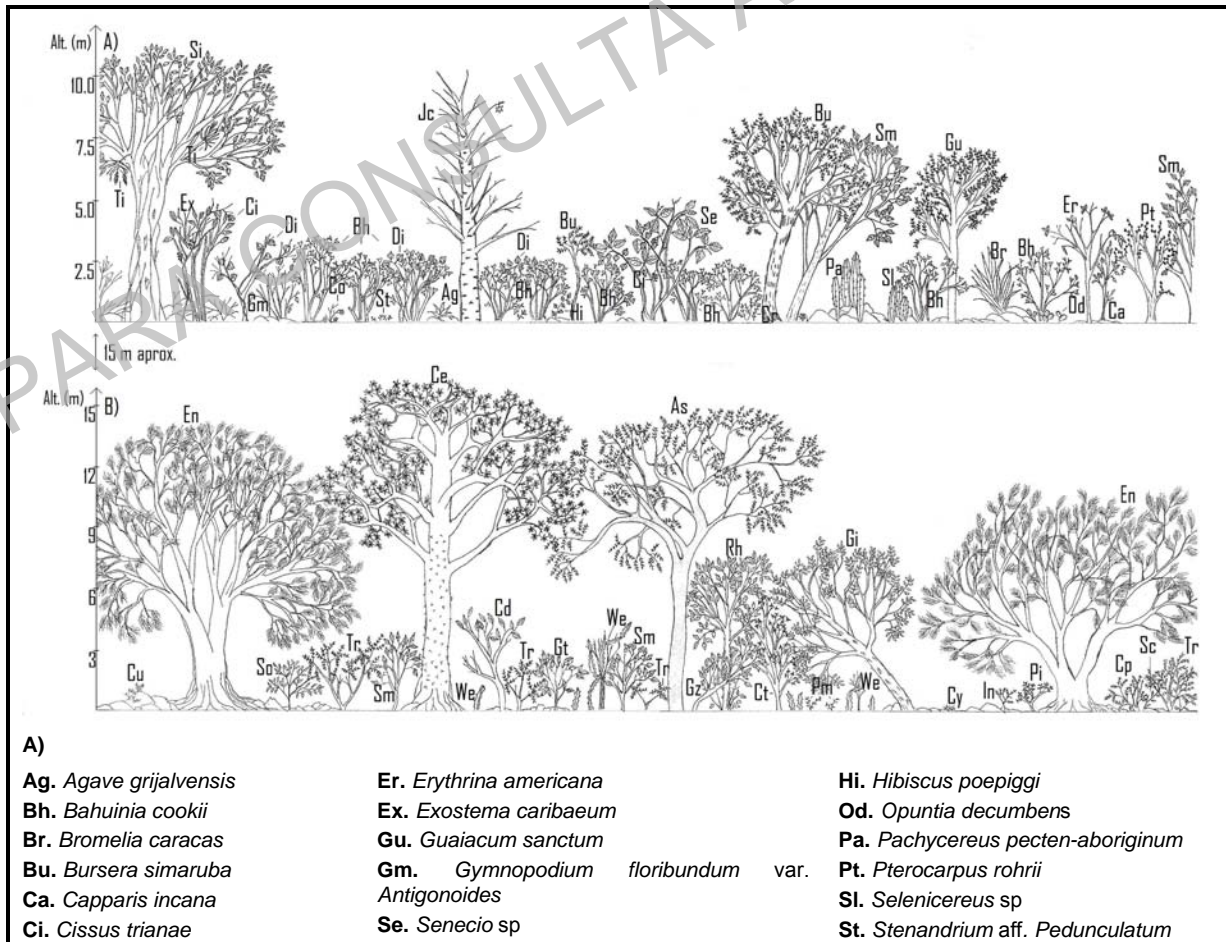


Uso de suelo	Hectareas	%
Agricultura de temporal	23,1	2,8
Asentamientos humanos	19,7	2,4
Bosque de galería	28,0	3,4
Cuerpo de agua	89,1	10,8
Selva baja caducifolia	20,0	2,4
Selva baja caducifolia con vegetación secundaria	605,6	73,5
Selva baja subcaducifolia	3,4	0,4
Sin vegetación aparente	22,7	3,0
Vegetación secundaria	10,4	1,3
<b>TOTAL</b>	<b>822,1</b>	<b>100,0</b>

Tabla 4.25 Uso de suelo y tipos de vegetación en la zona de influencia directa del PH Chicoasén II, Chis.

**Selva baja caducifolia con vegetación secundaria (SBCVS) en la ZID**

Los componentes arbóreos de la SBCVS alcanzan un máximo de 10 m de altura, aunque la mayor parte de los individuos se encuentran dentro de un rango de cuatro a seis metros. Con base en esta información, la vegetación fue dividida en dos capas de vegetación: estrato arbóreo, subdividido en zona de copas (6 a 10 m) y zona inferior de copas ( $\leq 6$  m) y estrato herbáceo ( $\leq 1,7$  m) (Figura 4.40 y Figura 4.41).



<b>Cr.</b> <i>Crossopetalum uragoga</i>	<b>Si.</b> <i>Sideroxylon laetevirens</i>	<b>Ti.</b> <i>Tillandsia schiedeana</i>
<b>Di.</b> <i>Dioscorea</i> sp	<b>Jc.</b> <i>Jacaratia mexicana</i>	
	<b>Sm.</b> <i>Stemmadenia pubescens</i>	
<b>B)</b>		
<b>As.</b> <i>Astronium graveolens</i>	<b>Cu.</b> <i>Cuphea utricolosa</i>	<b>In.</b> <i>Inga</i> sp
<b>Ce.</b> <i>Ceiba pentandra</i>	<b>Cy.</b> <i>Cyperus</i> sp	<b>Pj.</b> <i>Psidium guajava</i>
<b>Cd.</b> <i>Cordia dentata</i>	<b>En.</b> <i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<b>Pm.</b> <i>Plumbago bscandens</i>
<b>Co.</b> <i>Coursetia guatemalensis</i>	<b>Gi.</b> <i>Ginoria nudiflora</i>	<b>Sc.</b> <i>Solanum cobanense</i>
<b>Cp.</b> <i>Caesalpinia pulcherrima</i>	<b>Gz.</b> <i>Guazuma ulmifolia</i>	<b>Tr.</b> <i>Trichilia hirta</i>
<b>Ct.</b> <i>Crataeva palmeri</i>	<b>So.</b> <i>Solanum americanum</i>	<b>We.</b> <i>Webecereus glaber</i> , sp 1, sp 2

Figura 4.40 Esquema representativo de la estructura vertical de un fragmento de selva baja caducifolia (A) y del bosque de galería (B) en la zona de influencia directa del PH Chicoasén II, Chis.

La zona de copas está constituida por algunas especies consideradas como eminencias dentro del bosque debido a su altura y gran porte. Entre ellas se encuentran *Jacaratia mexicana*, *Bursera simaruba*, y *Sideroxylon laetevirens*, con valores de DAP entre 25 y 40 cm. La distancia de estos individuos es significativamente grande, aproximadamente a más de ocho metros, aunque pueden encontrarse, de forma rara, a algunos elementos a menos de un metro de distancia entre uno y otro. Dentro de esta capa de vegetación ninguna especie puede considerarse como dominante, pues se registraron únicamente uno o dos individuos para cada una de las especies. Las ramificaciones surgen después de los tres metros de altura.

En la zona inferior de copas se encuentran la mayor parte de los elementos arbóreos. Puede considerarse como una vegetación densa con distancias cortas entre los individuos, de aproximadamente uno y dos metros. Los DAP presentan valores de tres a 10 cm. *Bahuinia cookii* es la especie dominante, con individuos que producen numerosas ramificaciones desde la base del tallo. A medida que se asciende dentro del sitio la densidad de la población de *Bahuinia cookii* disminuye, aún así, continúa siendo la especie más abundante.

Dentro de la zona inferior de copas se hallan también especies en crecimiento, que después de alcanzar la madurez podrían permanecer dentro de esta capa de vegetación o ingresar a la zona de copas. Entre ellas están *Bursera simaruba*, *Bahuinia cookii*, *Pachycereus pecten-aboriginum*, *Selenicereus* sp., entre otros.

El estrato herbáceo es muy escaso, lo constituyen especies que crecen en pequeñas poblaciones o como individuos aislados. *Crossopetalum uragoga* y *Stenandrium* aff. *pedunculatum* son los principales componentes debido a la frecuencia con la que pueden hallarse dentro del bosque. *Bromelia caracas* es la única especie que alcanza más de un metro de altura, y se presenta de forma escasa dentro del sitio. Las plántulas e individuos en desarrollo no son muy comunes, sin embargo, pueden encontrarse especies como *Cnidocolus chayamansa*, *Cissus trianae*, *Gliricidia sepium* y *Haematoxylum brasiletto*.

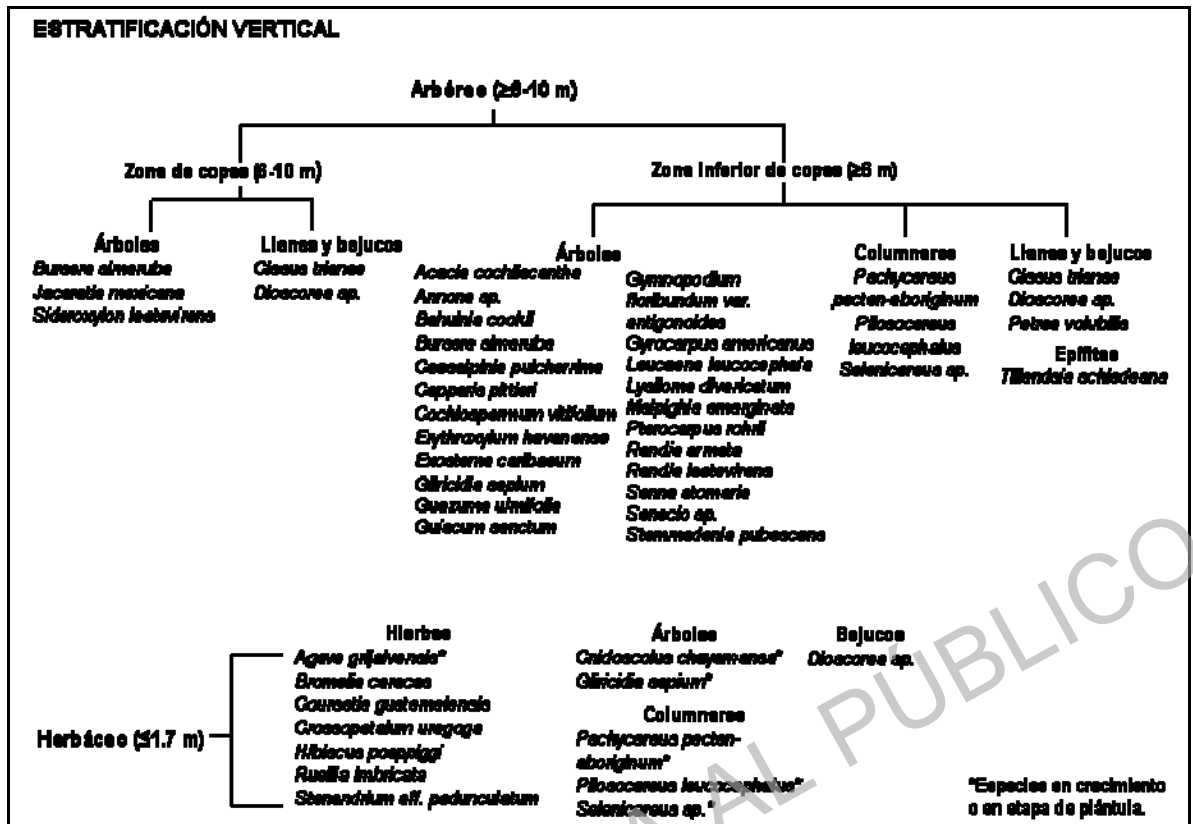


Figura 4.41 Composición florística de las capas de vegetación de la Selva Baja Caducifolia (SBC) en la Zona de Influencia Directa PH Chicoasén II, Chis.

Entre las epifitas solamente se registró una especie, *Tillandsia schiedeana*, creciendo únicamente en pequeñas poblaciones, sobre la corteza fisurada de *Sideroxylon laetevirens*. Las lianas están representadas principalmente por dos especies *Cissus trianae* y *Dioscorea* sp que se desarrollan en la zona inferior de las copas en donde producen flores y frutos abundantes. En algunos casos estos individuos pueden alcanzar la zona de copas.

Esta comunidad tanto en el SAR como en la ZID se encuentra sometida a factores de disturbio muy importantes, principalmente la extracción de leña/madera y el cambio de uso de suelo para agricultura y ganadería, por ello la ubicación de los sitios de muestreo fueron hechas en zonas semiconservadas, ya que las especies más importantes son *Exostema caribaeum*, *Gymnopodium antigonoides* var. *antigonoides* y *Stemmadenia pubescens* (Tabla 4.26), se caracterizan por ser plantas que crecen y se desarrollan bien en zonas perturbadas a semiperturbadas, son favorecidos por la alta incidencia solar y toleran bien condiciones adversas en la calidad de suelo y luz en comparación con otras especies de flora.

Otros elementos de flora que son característicos en las SBC perturbadas son *Caesalpinia pulcherrima*, *Cochlospermum vitifolium*, *Gliricidia sepium*, *Bauhinia cokii*, *Leucaena leucocephala*, *Senna atomaria*, *Cnidosclus aconitifolius*. Dentro de las especies que son características de selvas conservadas a semiconservadas se encuentran *Bursaria simaruba* (palo mulato), *Pachycereus pecten-aboriginum* (cactus) y *Cordia dentata*.

Especie	Densidad	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Área Basal Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Exostema caribaeum</i>	271	7,66	3,58	23,77	35,01
<i>Gymnopodium antigonoides</i> var. <i>antigonoides</i>	194	5,48	1,79	23,89	31,16
<i>Stemmadenia pubescens</i>	267	7,54	3,44	12,14	23,13
<i>Erythroxylum brevipes</i>	214	6,05	0,96	6,69	13,70
<i>Bursera simaruba</i>	143	4,04	3,72	5,78	13,54
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	114	3,22	2,20	4,87	10,30
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	111	3,14	2,89	3,65	9,68
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	99	2,80	3,03	3,66	9,49
<i>Cordia dentata</i>	108	3,05	2,48	1,49	7,02
<i>Gliricidia sepium</i>	101	2,85	1,65	1,87	6,38
<i>Bauhinia cookii</i>	124	3,50	0,96	1,90	6,37
<i>Leucaena leucocephala</i>	98	2,77	1,79	1,28	5,84
<i>Senna atomaria</i>	54	1,53	2,48	0,48	4,48
<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	75	2,12	1,52	0,15	3,79
<i>Bauhinia divaricata</i>	88	2,49	0,69	0,55	3,72
<i>Guaicum sanctum</i>	19	0,54	0,83	0,14	1,50
<i>Astronium graveolens</i>	3	0,08	0,41	0,01	0,51
Resto de especies	1456	41,14	66,56	7,67	114,38
Total	3539	100	100	100	300

Tabla 4.26 Especies más importantes de la selva baja caducifolia, de acuerdo con el Índice de Importancia Relativa

La frecuencia de individuos por clases diamétricas indica una alta concentración de los individuos muestreados en las primeras categorías (Tabla 4.27), con pocos individuos que alcanzan diámetros grandes (mayor a 71 cm) y con solamente un individuo que sobrepasa los 100 cm y que corresponde a *Sideroxylon laetevirens*, una planta de la familia **Sapotaceae** que alcanza tallas muy grandes y muy notable en la fisonomía de la SBC del área de estudio.

Clase diamétricas	Frecuencia individuos	Porcentaje	Suma total del DAP	Promedio	Varianza
0-10	2 336	66,00	13 660,75	5,85	5,80
11-20	737	20,82	10 931,56	14,83	7,68
21-30	268	7,57	6 775,05	25,28	7,01
31-40	106	2,99	3 771,91	35,58	8,77
41-50	48	1,35	2 153,74	44,87	7,93
51-60	21	0,59	1 141,90	54,38	7,79
61-70	10	0,28	661,13	66,11	11,44
71-80	5	0,14	375,87	75,17	9,24
81-90	4	0,11	328,49	82,12	0,22
91-100	3	0,08	282,18	94,06	16,09

Clase diamétricas	Frecuencia individuos	Porcentaje	Suma total del DAP	Promedio	Varianza
>100	1	0,02	117,93	-	-
Total	3 539	100			

Tabla 4.27 Clases diamétricas y frecuencia de individuos en la selva baja caducifolia perturbada

### Bosque de Galería (BG) en la ZID

En la Zona de Influencia Directa se realizaron 10 parcelas de muestreo alternadas a lo largo de un tramo de nueve kilómetros comprendido a partir de la presa Chicoasen hasta la zona propuesta para la construcción de la cortina del PH Chicoasén II, Chis.

Los árboles dentro de este tipo de vegetación alcanzan alturas de hasta 16 m, sin embargo, la mayoría de los individuos poseen menos de ocho metros. De esta manera, el BG se divide, al igual que la SBC, en dos estratos: estrato arbóreo ( $\geq 16$  m) y estrato herbáceo ( $\geq 1,2$  m), con la subdivisión del estrato arbóreo en zona de copas (8-16 m) y zona inferior de copas ( $\geq 8$  m) (Figura 4.42).

La zona de copas está conformada por únicamente cuatro especies, *Astronium graveolens*, *Ceiba pentandra*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Leucaena leucocephala*, consideradas como eminencias dentro del bosque por los altos valores de DAP (100-140 cm) y altura. Las ramificaciones surgen a más de seis metros, excepto en *E. cyclocarpum* (2-3 m). La distancia entre los individuos es de aproximadamente de ocho a menos de 12 m. Las copas de los árboles llegan a tocarse en varios puntos, formando un dosel que reduce significativamente la entrada de luz solar a los estratos inferiores. Debido a los escasos registros, de uno a dos por especie, ninguna se considera dominante.

Dentro de la zona inferior de copas se encuentran la mayor parte de las especies que componen al bosque. En esta capa de vegetación dominan *Trichilia hirta*, *Stemmadenia pubescens*, *Crataeva palmeri* y *Guazuma ulmifolia*. Sin embargo, no se encuentran distribuidas de forma homogénea, sino que muestran un reemplazo de especies a distancias cortas. De manera que, cuando *Trichilia hirta* es abundante, el resto de las especies mencionadas son ocasionales o están completamente ausentes. Los valores de DAP varían entre 3 y 15 cm.

Las especies en crecimiento son escasas dentro de esta capa de vegetación, no obstante, puede observarse a algunos individuos de *Solanum americanum*, *Trichilia hirta*, *Weberocereus glaber*, entre otros.

El estrato herbáceo está representado por unas cuantas especies que se encuentran creciendo en mayor cantidad a corta distancia del río. La distribución de los individuos depende de la humedad del sustrato. Pequeñas poblaciones de *Cuphea utriculosa*, *Eryngium nasturtiifolium*, *Cyperus* sp., se hallan únicamente sobre el margen del afluente, mientras que *Coursetia guatemalensis*, *Plumbago scandens*, *Sida acuta*, *Piper pseudolindenii*, tienen preferencia por sustratos con menor humedad y crecen de forma aislada dentro del bosque. *P. scandens* es la única especie que alcanza más de un metro de altura, el resto alcanzan tallas hasta de 50cm.

En general, dentro del estrato herbáceo predominan las plántulas e individuos en crecimiento, que disminuyen de forma considerable en los puntos en donde el terreno presenta pendientes pronunciadas. Entre las especies frecuentemente registradas se encuentran *Stemmadenia pubescens*, *Trichilia hirta*, *Weberocereus glaber*.

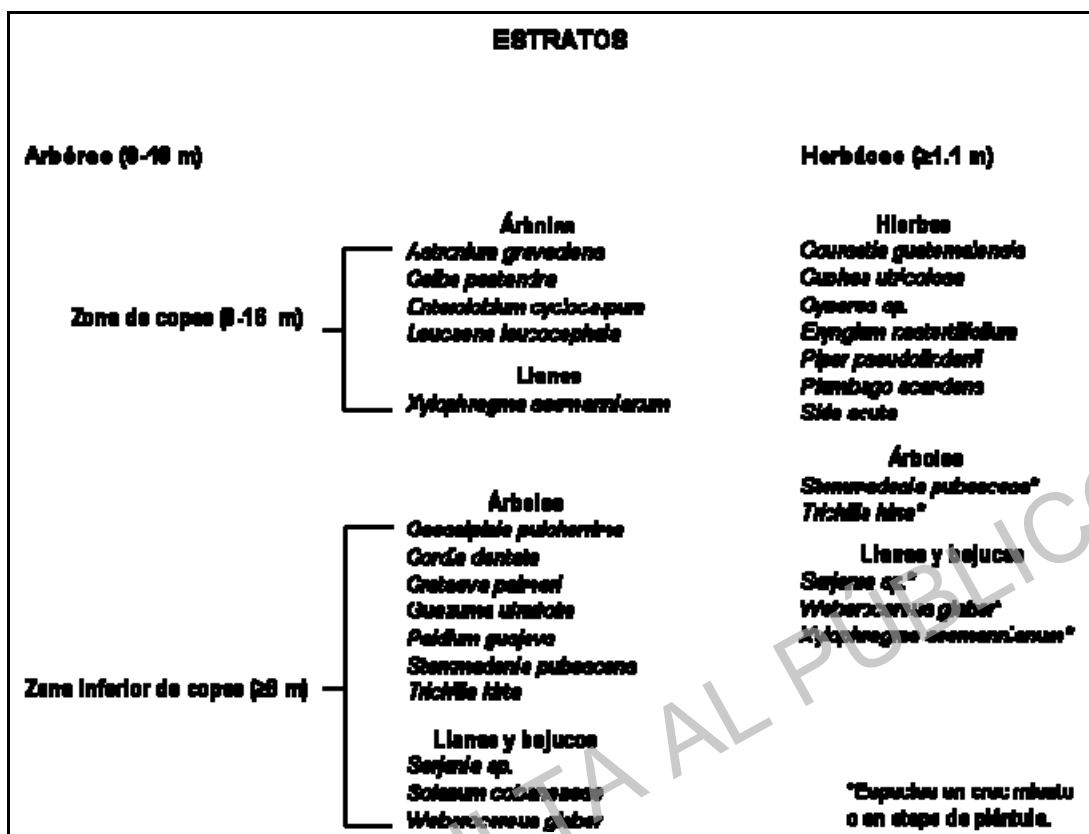


Figura 4.42 Composición florística de los estratos del Bosque de Galería (BG) en la ZID del PH Chicoasén II, Chis.

Las epífitas están ausentes dentro del sitio. Entre las lianas, *Weberocereus glaber* y *Xylophragma* sp. se observan creciendo comúnmente sobre las ramas de algunos árboles. La primera alcanza de 5 a 6 m de altura, mientras que *Xylophragma* sp. puede pertenecer a la zona de copas (aprox. 12 m). *Solanum cobanense* y *Serjania* sp., son especies de bejucos que crecen sobre las ramas de individuos en crecimiento, alcanzando dos metros como altura máxima.

Al igual que la SBC, el bosque de galería presenta fuertes factores de disturbio que han modificado su composición y estructura, como la modificación del régimen hidrológico por la construcción de presas aguas arriba (Presas Angostura y Chicoasén). Es por ello, que al realizar el análisis de los datos encontramos dentro de las 15 especies más importantes de flora elementos característicos de áreas perturbadas y semiperturbadas, como lo son del género *Guazuma*, *Leucaena*, *Gliricidia*, *Gymnopodium*, *Stemmadenia*, *Haematoxylum*, *Pithecellobium* y *Caesalpinia* (Tabla 4.28). Con muy pocos elementos florísticos característicos de este tipo de comunidad de otras áreas de la depresión central, encontrándose solo unos cuantos individuos de éstas especies como lo son *Salix bonpladiana* (sauce) con solo dos individuos registrados y *Taxodium mucronatum* (sabino) con sólo un individuo. Aunque otros elementos si aparecen dentro de los primeros quince lugares y que son característicos de éstas áreas como *Ceiba pentandra* (Ceiba), *Bursera simaruba* (palo mulato) y *Ficus cotinifolia* (Amate), los cuales son elementos fisonómicamente diferentes, de gran envergadura y dosel y que suelen estar bajo condiciones de humedad. Otras especies notables son *Astronium graveolens*, *Tabebuia chrysantha* y *Sideroxylon capiri*, las tres se encuentran dentro de la

NOM-059-SEMARNAT 2010, como especie amenazada, su presencia en las zonas de estudio es muy limitada con 5, 2 y 1 individuos, respectivamente.

Especie	Densidad	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Área Basal Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Guazuma ulmifolia</i>	90	11,70	4,57	46,37	62,64
<i>Bursera simaruba</i>	110	14,30	4,06	13,56	31,93
<i>Leucaena leucocephala</i>	53	6,89	4,06	7,69	18,64
<i>Ceiba pentandra</i>	16	2,08	3,55	6,49	12,12
<i>Gliricidia sepium</i>	29	3,77	3,05	4,72	11,53
<i>Gymnopodium antigonoides</i> var. <i>antigonoides</i>	32	4,16	1,52	3,42	9,11
<i>Rhamnus</i> sp.	21	2,73	3,05	1,81	7,58
<i>Lysiloma divaricatum</i>	21	2,73	3,05	0,78	6,55
<i>Bursera excelsa</i>	26	3,38	1,52	1,49	6,39
<i>Stemmadenia pubescens</i>	24	3,12	3,05	0,18	6,35
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	7	0,91	2,03	2,99	5,93
<i>Ficus cotinifolia</i>	6	0,78	2,54	2,35	5,67
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	16	2,08	2,54	0,69	5,31
<i>Pithecellobium dulce</i>	12	1,56	2,03	1,49	5,08
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	13	1,69	2,54	0,25	4,47
* <i>Astronium graveolens</i>	5	0,65	2,03	0,26	2,94
* <i>Tabebuia chrysantha</i>	2	0,26	0,51	0,00	0,77
* <i>Sideroxylon capiri</i>	1	0,13	0,51	0,04	0,68
Resto de especies	285	37,06	53,81	5,43	96,30
Total general	769	100	100	100	300

Tabla 4.28 Especies más importantes del bosque de galería de acuerdo al Índice de importancia

En cuanto a las clases diamétricas, se muestra la misma tendencia que en la SBC, en donde la mayoría de los individuos pertenecen a las primeras categorías, incluso para esta comunidad casi el 50 % de los individuos no superan los 10 cm de diámetro. En contraste, es precisamente este tipo de vegetación que presenta los individuos con diámetros más grandes e importantes, superando incluso en número de individuos que los encontrados para la SBC con 11 (Tabla 4.29) que pertenecen a las especies de Ceiba y Ficus.

Clase diamétricas	Frecuencia individuos	Porcentaje	DAP	Promedio	Varianza
0-10	384	49,87	2 320,73	6,04	5,89
11-20	190	24,67	2 845,37	14,98	6,96
21-30	74	9,61	1 862,11	25,51	9,36
31-40	46	5,97	1 627,23	35,37	10,14
41-50	23	2,98	1 053,38	45,79	9,73
51-60	15	1,94	832,22	55,48	7,62
61-70	15	1,94	1 004,39	66,96	6,94

Clase diamétricas	Frecuencia individuos	Porcentaje	DAP	Promedio	Varianza
71-80	6	0,77	456,84	76,14	6,02
81-90	4	0,51	346,38	86,59	4,37
91-100	2	0,25	192,26	96,13	0,39
>100	11	1,42	1 340,88	121,89	166,40
Total	770	100			

Tabla 4.29 Clases diamétricas y frecuencia de individuos en el bosque de galería

**D. Inventario florístico: riqueza y diversidad**

Se conformó una base de datos con 1 260 registros de flora derivados de colectas realizadas y de la revisión de bases de datos y herbarios, todos ellos provienen de ejemplares colectados dentro del área de estudio del SAR del PH Chicoasén II. Se colectaron un total de 1 173 muestras botánicas durante el periodo de muestreo comprendido de abril a diciembre de 2009. El resto de registros (87) provienen de otras fuentes (bases de datos y registros) de los siguientes herbarios: CHIP (Instituto de Historia Natural y Ecología, Chiapas), MEXU (Herbario Nacional de la Universidad Autónoma de México, México D.F.), CAS (California Academy of Sciences, California, USA), CICY (Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Mérida, Yucatán), XAL (Instituto de Ecología, A.C., Jalapa, Veracruz) Y ECNB (Instituto Politécnico Nacional, México D.F.), principalmente.

La flora del Sistema Ambiental Regional del PH Chicoasén II está compuesta de 742 especies, 10 infraespecies, 417 géneros y 118 familias. Dentro del área de afectación directa se encontraron 225 especies y 5 infraespecies agrupadas en 170 géneros y 72 familias (Tabla 4.30). El número de especies encontradas para el SAR equivale al 8,9% de la flora reportada para Chiapas (Breedlove, 1986). Al comparar la riqueza encontrada en el SAR con algunas regiones o áreas naturales protegidas, en las cuales predomina la selva baja caducifolia, encontramos que algunas pueden llegar a contener mucho más especies que el área del SAR (Tabla 4.31).

Grupo	Sistema Ambiental Regional				Zona de Influencia Directa			
	Familias	Géneros	Especies	Infraespecies	Familias	Géneros	Especies	Infraespecies
Pteridophyta	8	17	30	1	1	1	0	1
Gimnospermae	3	4	5	0	0	0	0	0
Liliopsida	16	56	102	3	8	13	18	0
Magnoliopsida	91	340	605	6	63	156	206	5
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>417</b>	<b>742</b>	<b>10</b>	<b>72</b>	<b>170</b>	<b>225</b>	<b>5</b>

Tabla 4.30 Composición florística del SAR y Zona de Influencia Directa del PH Chicoasén II, Chis.

A nivel de clase, el grupo mejor representado es el de las Magnoliopsidas (dicotiledóneas) con 605 especies (81,5%) y el menos representado fueron las Gimnospermas con tan sólo 5 especies (0,67 %) (3 especies de cícadas, 1 sp de *Pinus* y 1 de *Juniperus*).

La mayor riqueza de especies se encuentra concentrada en 14 familias que equivale al 46,6% del total reportado. Las tres familias más importantes son **Fabaceae**, **Asteraceae** y **Euphorbiaceae** (con 82, 46 y 30 especies, respectivamente) (Figura 4.43b). Las familias con



mayor número de géneros se encuentran **Fabaceae**, **Asteraceae** y **Orchidaceae** (con 36, 34 y 17 géneros, respectivamente) (Figura 4.43a). Solamente **Fabaceae** y **Asteraceae** agrupan poco más del 16 % del total de géneros. Destacan **Orchidaceae** por ser un grupo de hierbas epífitas en su mayoría.

Área Natural Protegida o Región	Superficie (ha)	Especies	Géneros	Familias	Fuente
SAR PH Chicoasén II	16,717	742	417	118	Este trabajo
Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán	140,000	2 774	981	181	Vázquez et al., 1995
Estación Científica Las Joyas	3,600	848	433	129	Cuevas-Guzmán et al., 2004
La Mixteca Alta	8 086 000	1550	490	132	García-Mendoza et al., 1994
Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas	192 734	1 798	765	165	Reyes-García, 2008
Región de Nizanda, Oaxaca	8 500	746	458	119	Pérez-García et al., 2001

Tabla 4.31 Riqueza florística de algunas regiones y áreas naturales protegidas de México y el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

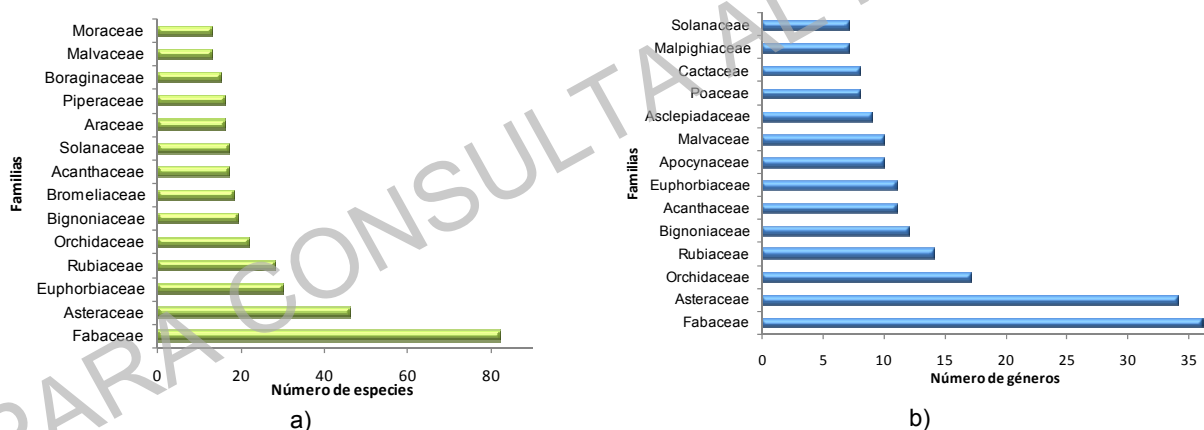


Figura 4.43 Familias mejor representadas a nivel de especie (a) y género (b) en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

En México la familia **Asteraceae** está compuesta por alrededor de 470 géneros y 3 139 especies y es el grupo de plantas más grande de México (Castelo, *et al*; 2003-2005). Tan solo en Chiapas hay alrededor de 170 géneros y 570 especies (Strother, J. L, 1999); en el área de estudio del SAR PH Chicoasén II encontramos el 21,17% de géneros y el 8,07% de las especies de esta familia reportadas para Chiapas. Así también, las leguminosas (**Fabaceae**) conforman la segunda familia más grande de plantas fanerógamas después de las compuestas (**Asteraceae**), para México las fabáceas están representadas por 135 géneros y 1,724 especies (Sousa y Delgado, 1998). En el SAR se encontraron el 25,18% de géneros y 4,75% de especies de la familia **Fabaceae** que está presente en todo el país y en todos los hábitat posibles, pero es más numerosa en las zonas tropicales (Sousa y Delgado, 1998). Los géneros mejor representados fueron *Tillandsia* (**Bromeliaceae**), *Peperomia* (**Piperaceae**) y *Acacia* (**Fabaceae**) (Figura 4.44).

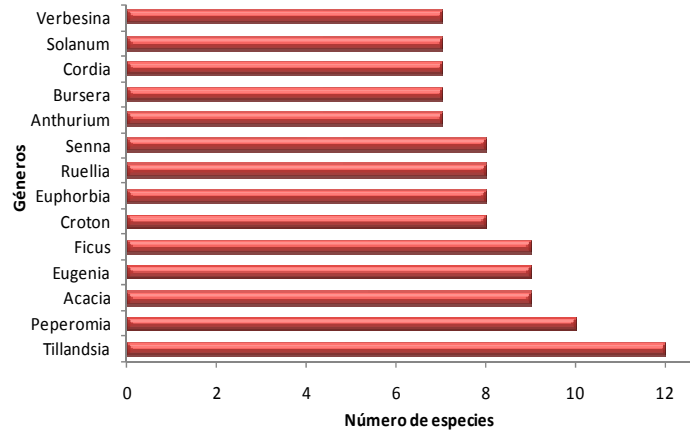


Figura 4.44 Riqueza de especies por género en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

Referente a las formas de crecimiento las Hierbas fueron las más abundantes con 350 especies (43,15%) y las Columnares las menos abundantes con solo tres especies (0,36%) (Figura 4.45 a). El tipo de hábito más frecuente es el terrestre con 580 especies (75,12%). Dentro de las menos comunes esta el hábito parásito, el hemiepífito y el acuático que sumadas no rebasan el 3,0% (Figura 4.45 b).

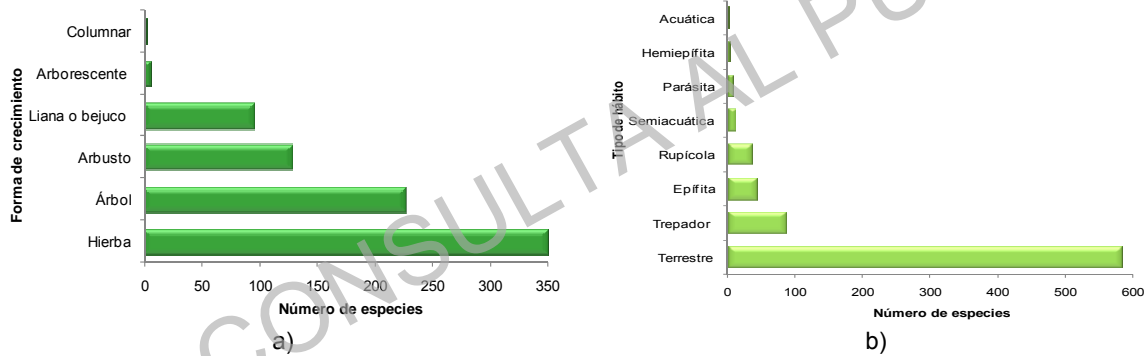


Figura 4.45 Número de especies por forma de crecimiento (a) y tipo de hábito (b) en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

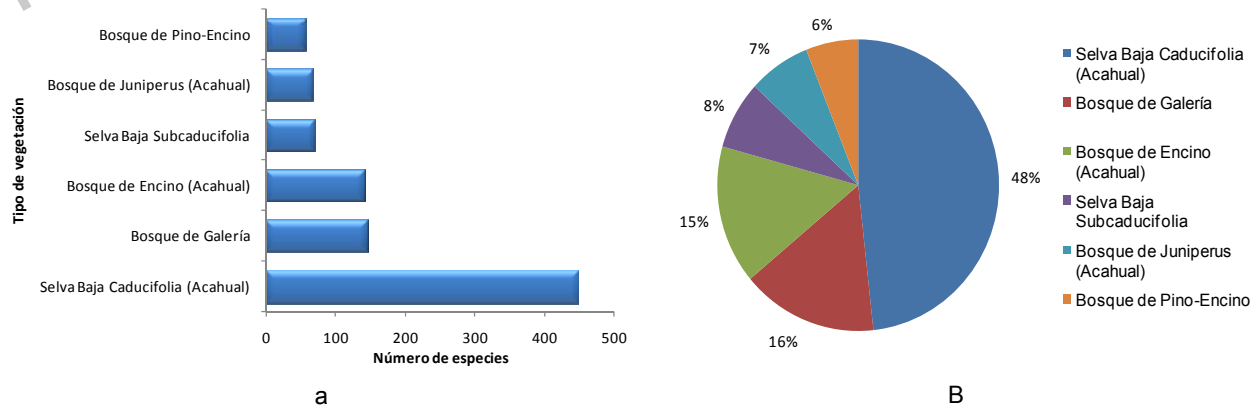


Figura 4.46 Número de especies (a) y porcentaje (b) por tipo de vegetación en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

De los 6 tipos de vegetación colectados en el SAR (Figura 4.46a), el tipo de vegetación más diverso en número de especies es la selva baja caducifolia con 447 especies (48,32%), seguido del bosque de galería con 145 especies (15,67%). Dentro de los menos ricos en especies están la selva baja subcaducifolia con 70 especies (7,56%), el bosque de *Juniperus* con 66 especies (7,13%) y por último el bosque de *Pino-Quercus* con 56 especies (6,05%).

De los índices de biodiversidad analizados, los valores más altos en el SAR se obtuvieron para la selva baja caducifolia (SBC) y el bosque de galería (BG), por consiguiente la Zona De Influencia Indirecta donde se desarrollan estas mismas comunidades presenta también valores altos (Tabla 4.32).

Parámetros	Sistema Ambiental Regional						Zona de Influencia Directa
	BJ	BQ	BQP	SBC	SMS	BG	
Número de Parcelas	5	10	5	34	3	10	11
Superficie (ha)	0,25	0,50	0,25	1,70	0,15	1,00	0,55
Densidad	470	435	276	3 539	310	769	1 039
Riqueza de especies	49	18	9	156	36	78	73
Índice de Shannon-Wiener	2,87	0,71	1,48	4,05	2,21	3,56	3,35
Índice de Uniformidad (E)	0,74	0,24	0,67	0,80	0,62	0,82	0,78
α de Fisher (A)	13,76	3,79	1,78	33,42	10,54	21,67	17,92
Índice de Simpson (D)	10,01	1,32	3,65	33,12	3,95	19,81	15,89

Tabla 4.32 Índices de biodiversidad determinados en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

### E. Especies de flora en riesgo

Del total de especies identificadas en el SAR 12 (1,16%) se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF 2010) (Tabla 4.33). Algunas de estas especies son saqueadas por su belleza ornamental como es el caso de *Chamaedorea cataractarum* y *Chamaedorea glaucifolia*, otras tienen la presión del constante cambio de uso de suelo para el establecimiento de áreas de siembra como es el caso de *Cupressus lusitanica* var. *benthamii*, *Serpocaulon triseriale*, *Tillandsia chiapensis*, *Tillandsia seleriana* y *Bouvardia dictyoneura*. Otras especies son explotadas por su interés maderable como lo son *Astronium graveolens* y *Tabebuia chrysantha*.

De las 12 especies en riesgo, solo tres árboles se encuentran en la Zona de Influencia Directa, dos en la categoría de *Amenazada*: *Astronium graveolens* (Jocotillo) y *Tabebuia chrysantha* (Roble amarillo o maculis) y una especie como *Protegida*, *Guaiacum sanctum* (Guayacán). De las tres, el Roble amarillo y el Guayacán no son muy abundantes y se limitan a unos cuantos individuos, en cambio, el Jocotillo tiene un mayor número de individuos en la zona de afectación directa.

Familia	Especie	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Registrada en	
			SAR	ZID
Agavaceae	<i>Agave grijalvensis</i>	Protección especial Endémica	Si	Si
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Amenazada	Si	Si
Arecaceae	<i>Chamaedorea cataractarum</i>	Amenazada	Si	No

		Endémica		
Arecaceae	<i>Chamaedorea glaucifolia</i>	Peligro de extinción Endémica	Si	No
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Amenazada	Si	No
Bromeliaceae	<i>Tillandsia chiapensis</i>	Amenazada Endémica	Si	No
Bromeliaceae	<i>Tillandsia seleriana</i>	Amenazada	Si	No
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> var. <i>benthamii</i>	Protección especial	Si	No
Polypodiaceae	<i>Serpocaulon triseriale</i>	Amenazada	Si	No
Rubiaceae	<i>Bouvardia dictyoneura</i>	Protección especial	Si	No
Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i>	Amenazada	Si	Si
Zygophyllaceae	<i>Guaiaacum sanctum</i>	Protección especial	Si	Si

Tabla 4.33 Especies de plantas que se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SAR y ZID del PH Chicoasén II, Chis.

#### 4.2.2.2. Fauna terrestre

La caracterización de toda la fauna terrestre (8.2.3 y 8.3.3), se realizó mediante la consulta de bibliografía publicada para la cuenca media del río Grijalva, con lo cual se elaboró el inventario faunístico de cada grupo. También se llevaron a cabo muestreos en campo en el SAR y en la Zona de Influencia Directa para lo cual se identificaron 10 sitios de muestreo, cuatro en la zona de influencia directa y seis en la de influencia indirecta (Tabla 4.34 y Plano 4.2.2.2). Su elección fue de acuerdo a las unidades de paisaje identificadas y tipos de vegetación, con la finalidad de muestrear el SAR lo más uniformemente posible. Por cada sitio se realizaron cuatro visitas durante los meses de abril a diciembre de 2009.

Clave	Descripción	Coordenadas UTM		Unidades de paisaje y tipo de vegetación
		X	Y	
CZI-1	Zona de embalse, margen derecha del río Grijalva	485316	1877416	Montañas tectónico-erosivas formadas por lutita, limolita-areniscas. Selva baja caducifolia (acahual), agricultura de temporal y pastizal inducido
CZI-2	Zona de obra, margen derecha del río Grijalva	477435	1877954	Montañas tectónico-erosivas formadas por lutita, limolita-areniscas. Selva baja caducifolia (acahual)
CZI-3	Zona de embalse, margen izquierda del río Grijalva	481968	1874773	Montañas tectónico-erosivas formadas por lutita, limolita-areniscas. Selva baja caducifolia (acahual), agricultura de temporal y pastizal inducido
CZI-4	Zona de obra, margen izquierda del río Grijalva	482575	1877885	Montañas tectónico-erosivas formadas por lutita, limolita-areniscas. Selva baja caducifolia (acahual), agricultura de temporal y pastizal inducido
CSAR-1	Tres Picos	477578	1884058	Montañas tectónico-erosivas-kársticas, formadas por roca caliza. Selva baja subcaducifolia (acahual) y bosque de galería.
CSAR-2	Rancho Las Cruces	477435	1877954	Montañas tectónico-erosivas-kársticas, formadas por roca caliza.

Clave	Descripción	Coordenadas UTM		Unidades de paisaje y tipo de vegetación
		X	Y	
				Selva baja subcaducifolia (acahual).
CSAR-3	Tres Marías	481968	1874773	Montañas tectónico-kársticas, formadas por roca caliza-dolomita. Bosque de <i>Quercus</i> (acahual) y agricultura de temporal.
CSAR-4	La Concepción	481391	1881886	Montañas tectónico-erosivas formadas por lutita, limolita-areniscas. Selva baja caducifolia (acahual), agricultura de temporal y pastizal inducido.
CSAR-5	El Carrizal	486862	1872683	Montañas tectónico-erosivas formadas por lutita, limolita-areniscas. Selva baja caducifolia (acahual), agricultura de temporal y pastizal inducido.
CSAR-6	Cerro Blanco, Apicpac	473638	1882160	Montañas tectónico-erosivas-kársticas, formadas por roca caliza. Selva baja subcaducifolia (acahual) y bosque de galería.

Tabla 4.34 Sitios de muestreo de fauna terrestre en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

**A. Herpetofauna**

Estudios previos de análisis de los patrones de riqueza y distribución de la herpetofauna de la Depresión Central (García 2006) y de la región del Cañón del Sumidero (Altamirano *et al.* 2007), permiten estimar un total de 94 especies de anfibios y reptiles potencialmente presentes en el SAR del PH Chicoasén II (ver sección 8.3.3.1). Las 94 especies potenciales, están incluidas en siete familias de anfibios y 22 familias de reptiles, siendo el grupo de los reptiles el más diverso, con 73 especies potencialmente presentes y 21 especies de anfibios (Tabla 4.35).

Orden	Familias	Géneros	Especies
Amphibia	7	11	21
Reptilia	22	56	73
Total	29	67	94

Tabla 4.35 Composición y riqueza taxonómica de las especies potencialmente presentes de herpetofauna en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

Con referencia a la presencia de especies de anfibios que potencialmente se encuentran en la zona y que están sujetas alguna categoría de conservación, se ha reportado que cuatro están considerados en la categoría de sujetas a protección especial por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y corresponde a tres especies de ranas *Gastrophryne usta*, *Rhinophrynus dorsalis*, *Lithobates brownorum*, y una cecilia *Dermophis mexicanus*.

En el caso de los reptiles que potencialmente existen en la zona del PH Chicoasén II, 21 especies están en la categoría de sujetas a protección especial por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. De estas especies son: 8 lagartijas, 9 serpientes, 3 tortugas y 1 cocodrilo (8.2.3). Así también hay 8 especies de lagartijas y serpientes que están consideradas dentro de la categoría de amenazadas.

### A.1 Resultados del trabajo de campo

#### A.1.1 Composición, riqueza y abundancia de especies en el SAR y Zona de Influencia Directa

Se registraron 7 especies de anfibios y 29 de reptiles que corresponden al 33,3% y 39,7% respectivamente de las especies que potencialmente podrían estar presentes en todo el SAR del PH Chicoasén II (Tabla 4.36).

		Familias	Géneros	Especies	Porcentaje*
Amphibia (anfibios)	Anura (ranas y sapos)	4	4	6	30%
	Caudata (salamandras)	1	1	1	
Total de Anfibios		4	4	7	33,3%
Reptilia (reptiles)	Sauria (lagartijas)	9	14	18	62%
	Serpentes (serpientes)	3	10	10	25%
	Testudines (tortugas)	1	1	1	33,3%
Total de Reptiles		13	25	29	39,7%
Total de Herpetofauna		17	29	36	38,3

\*Con respecto a las especies potenciales

Tabla 4.36 Composición y riqueza de anfibios y reptiles observada en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

Del total de la riqueza de herpetofauna (anfibios y reptiles) observada en el SAR del PH PH Chicoasén II, se encontró que el sitio con mayor riqueza de especies de reptiles fue el CSAR-1, CSAR-2 y CSAR-4. Este último es donde también se registra el mayor número de especies de anfibios.

Con respecto a los sitios de muestreo de la zona de influencia directa (ZI), la mayor riqueza de especies de anfibios fue registrada en el CZI-4, mientras que el sitio más rico en especies de reptiles fue el CZI-1; aunque en general, los sitios restantes también presentan una riqueza de especies de reptiles similar al CZI-1 (Figura 4.47).

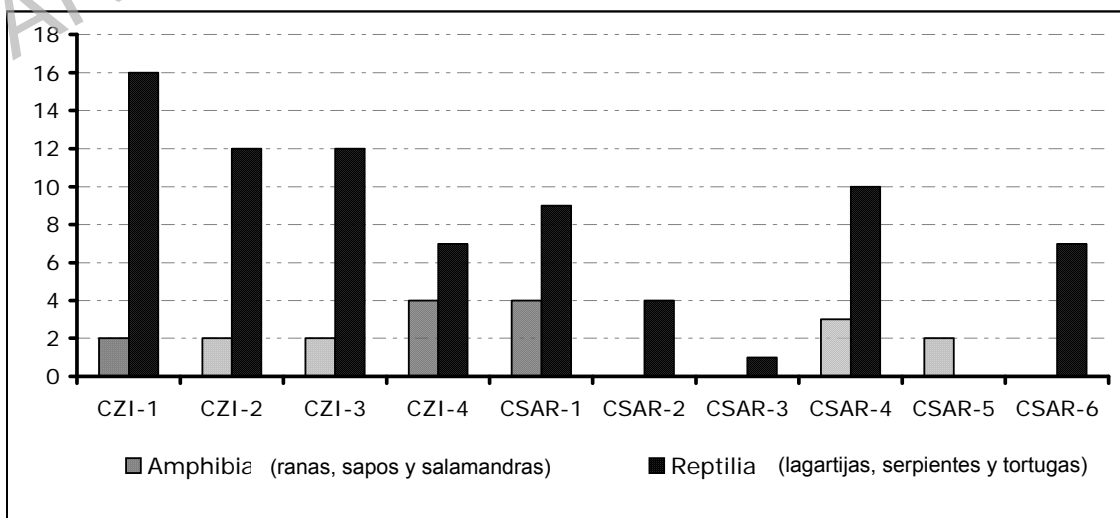


Figura 4.47 Riqueza de especies de anfibios y reptiles por sitios de muestreo en la zona de influencia directa y en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

En relación a la abundancia de anfibios y reptiles en el SAR del PH Chicoasén II, se observó que el sitio con mayor abundancia de anfibios y reptiles fue el CSAR-1. En la zona de influencia directa, el sitio con mayor abundancia de anfibios fue el CZI-3, mientras que para reptiles fue el sitio CZI-1. La especie más abundante de la comunidad de anfibios fue el sapo *Rhinella marina* en el SAR, mientras que para la zona de impacto directa la ranita *Smilisca baudinii* fue la más abundante (Figura 4.48).

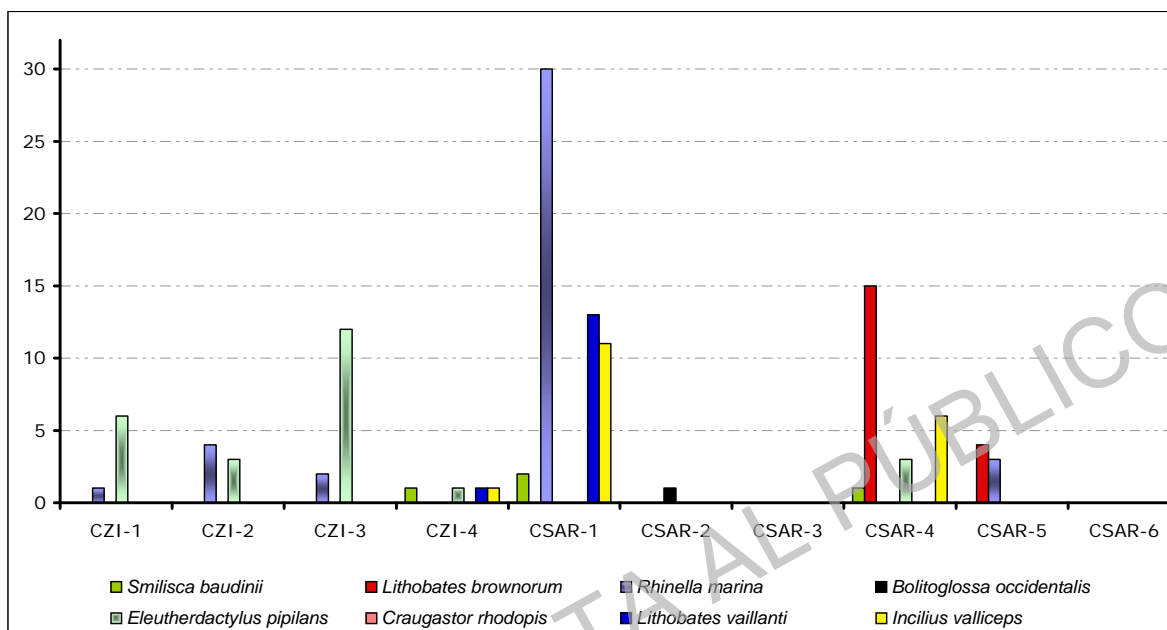


Figura 4.48 Abundancia de anfibios observados en la zona de influencia directa y en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

De las especies de reptiles, el grupo de lagartijas fueron las más abundantes, siendo *Aspidocelis deppii* la que presentó la mayor abundancia (Figura 4.49).

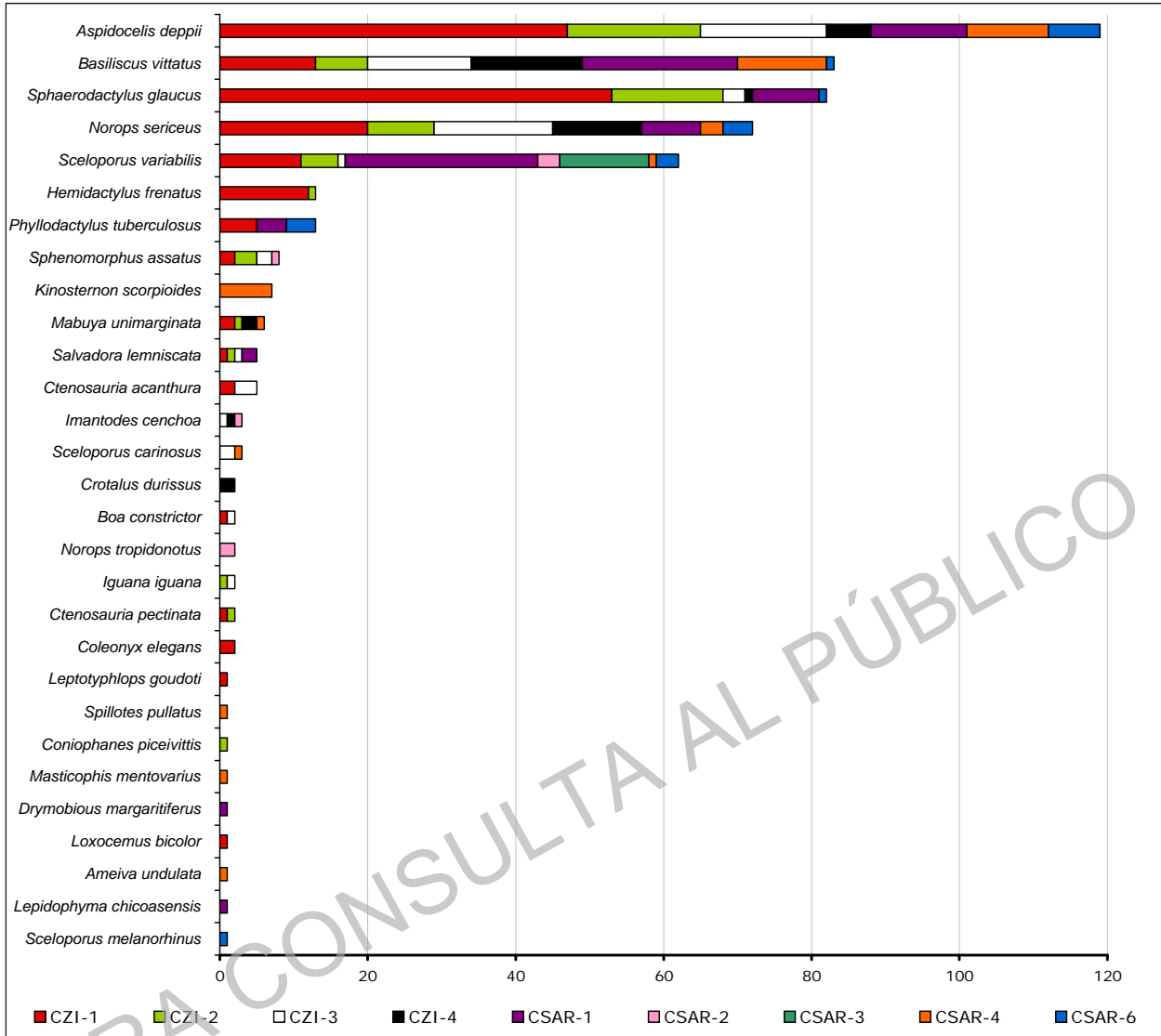


Figura 4.49 Abundancia de reptiles observados en la zona de influencia directa y en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

**A.1.2 Herpetofauna observadas en el SAR y en la ZID en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

De las siete especies de anfibios registradas en el SAR, *Bolitoglossa occidentalis* y *Lithobates brownorum* se encuentran en la categoría de protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe señalar que estas sólo se encontraron en el SAR y no fueron registradas en la zona de influencia directa del PH Chicoasén II (Tabla 4.34 y Figura 4.50). Además *Lithobates brownorum* presentó un índice de valor de dominancia del 10% (Figura 4.51 en color azul).



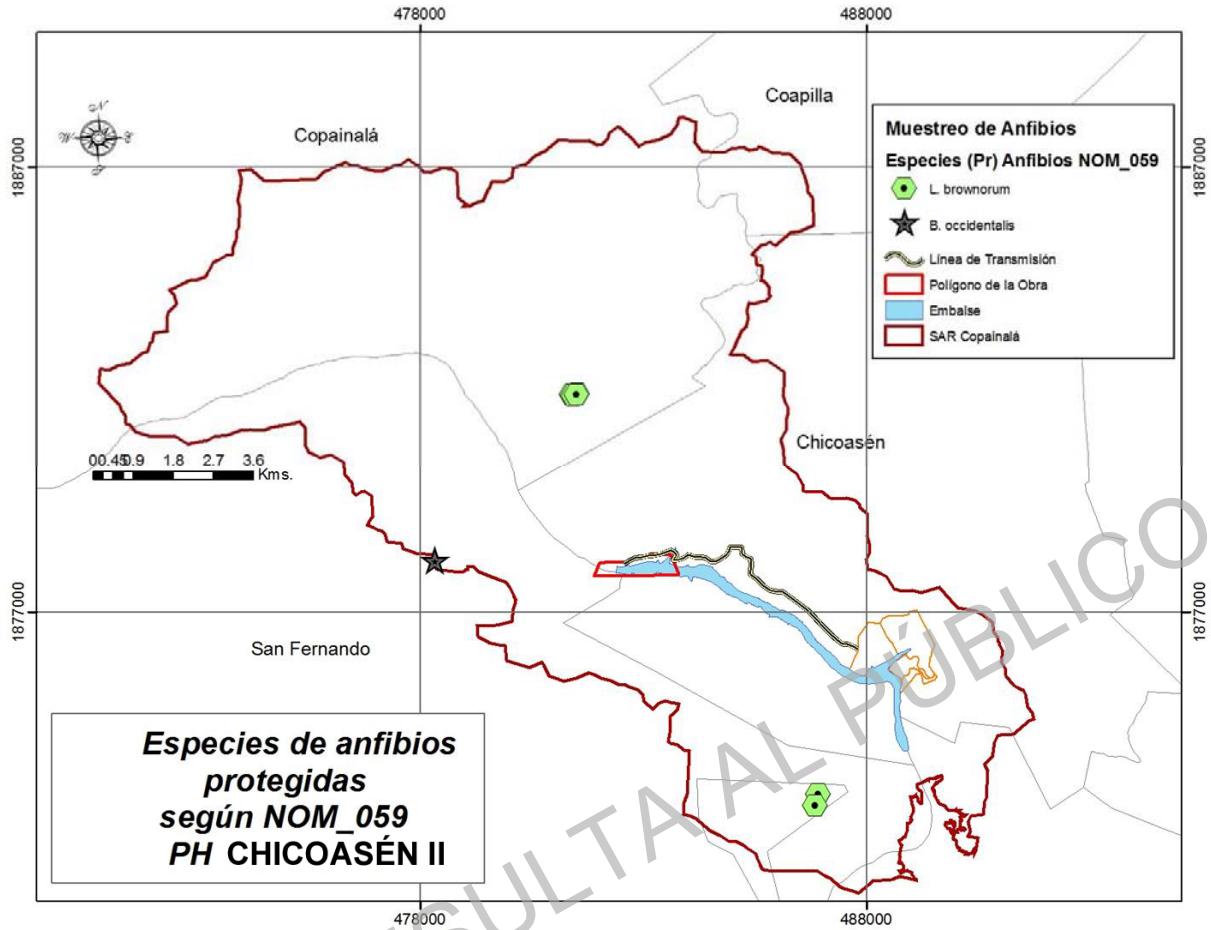


Figura 4.50 Mapa de localización de las especies de anfibios que se encuentran sujetos a protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010

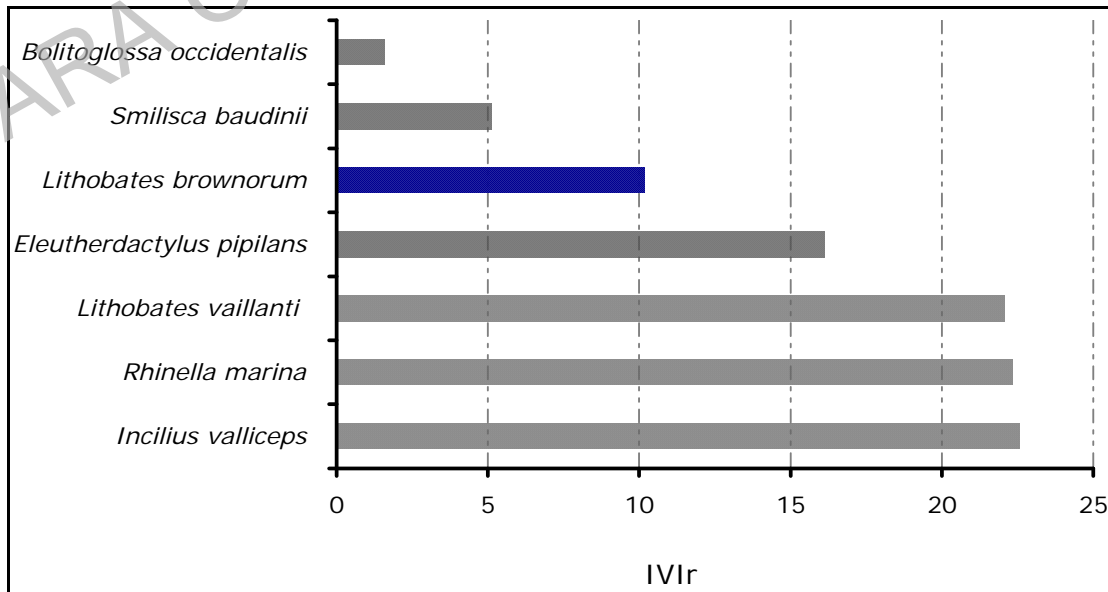


Figura 4.51 Valores de dominancia de las especies de anfibios registrados en el SAR y ZID en la del PH Chicoasén II, Chis (IVIr Valor de Importancia Relativa).

En relación a las especies de reptiles, de las 29 especies observadas en el SAR del PH Chicoasén II, 12 se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT-2010 (Tabla 4.37). Dos de estas, *Coleonyx elegans* (gecko manchado) y *Ctenosauria pectinata* (iguana negra) están consideradas como especies amenazada (Figura 4.52). Cuatro especies de lagartijas observadas están consideradas en la categoría de protección especial, las cuales son: *Sphaerodactylus glaucus* (gecko), *Ctenosaura acanthura* (iguana), *Iguana iguana* (iguana verde) y *Lepidophyma chicoasensis* (lagartija de cueva); esta última es endémica al estado de Chiapas.

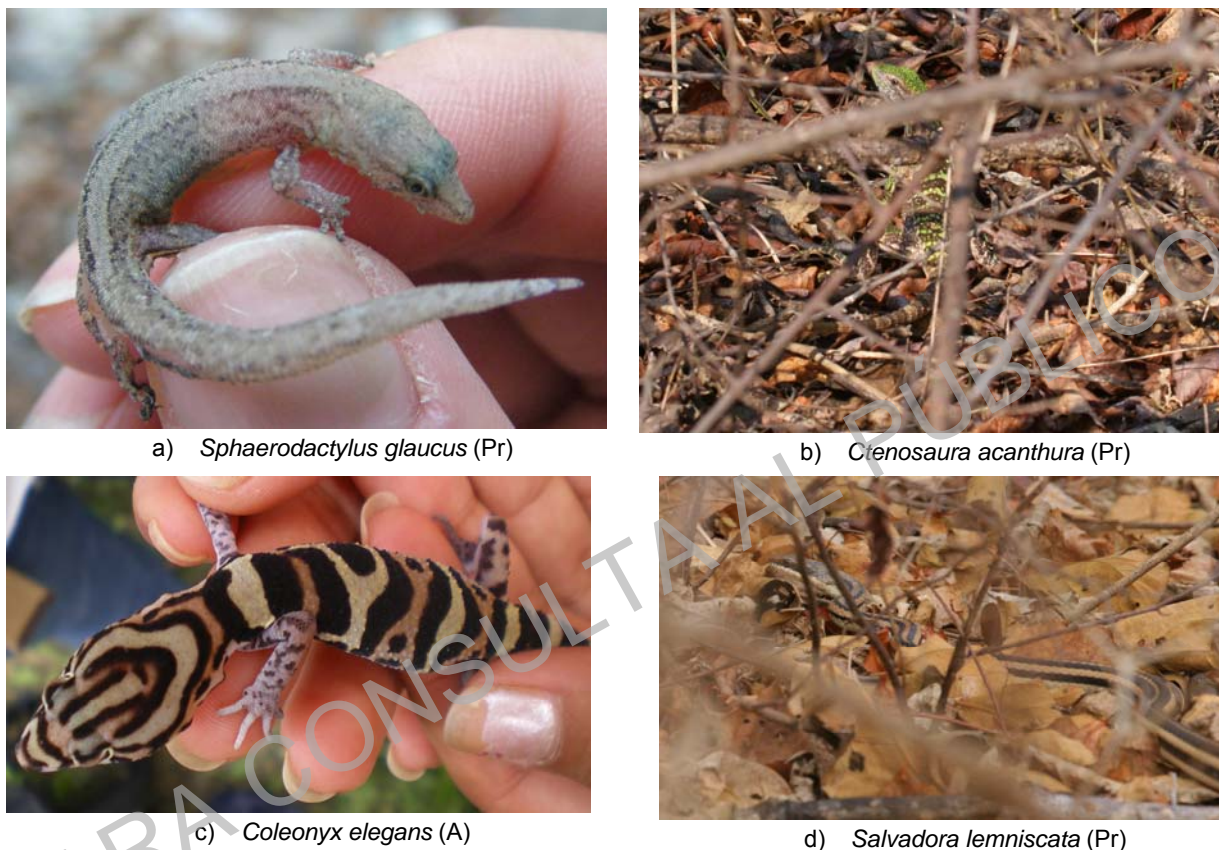


Figura 4.52 Especies sujetas a Protección Especial (Pr) y Amenazadas (A)

Familia	Especie	Estatus de protección		Zona de Registro	
Anfibios					
Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	Pr		SAR	
Pletodontidae	<i>Bolitoglossa occidentalis</i>	Pr		SAR	
Reptiles					
Sauria (lagartijas)					
Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>		A		ZID
Gekkonidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Pr		SAR	ZID
Iguanidae	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Pr			ZID
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>		A		ZID
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Pr			ZID

Familia	Especie	Estatus de protección		Zona de Registro	
Xantusiidae	<i>Lepidophyma chicoasensis</i> *	Pr		SAR	
Serpentes					
Loxocemidae	<i>Loxocemus bicolor</i>	Pr		SAR	
Colubridae	<i>Imantodes cenchoa</i>	Pr		SAR	ZID
Colubridae	<i>Salvadora lemniscata</i>	Pr		SAR	ZID
Boidae	<i>Boa constrictor</i>		A		ZID
Crotalidae	<i>Crotalus simus</i>	Pr			ZID
Testudines					
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pr		SAR	

Tabla 4.37 Especies de anfibios y reptiles en riesgo según la NOM-059-ECOL-2001 observados en el SAR y Zona de Influencia Directa (ZID) del PH Chicoasén II, Chis

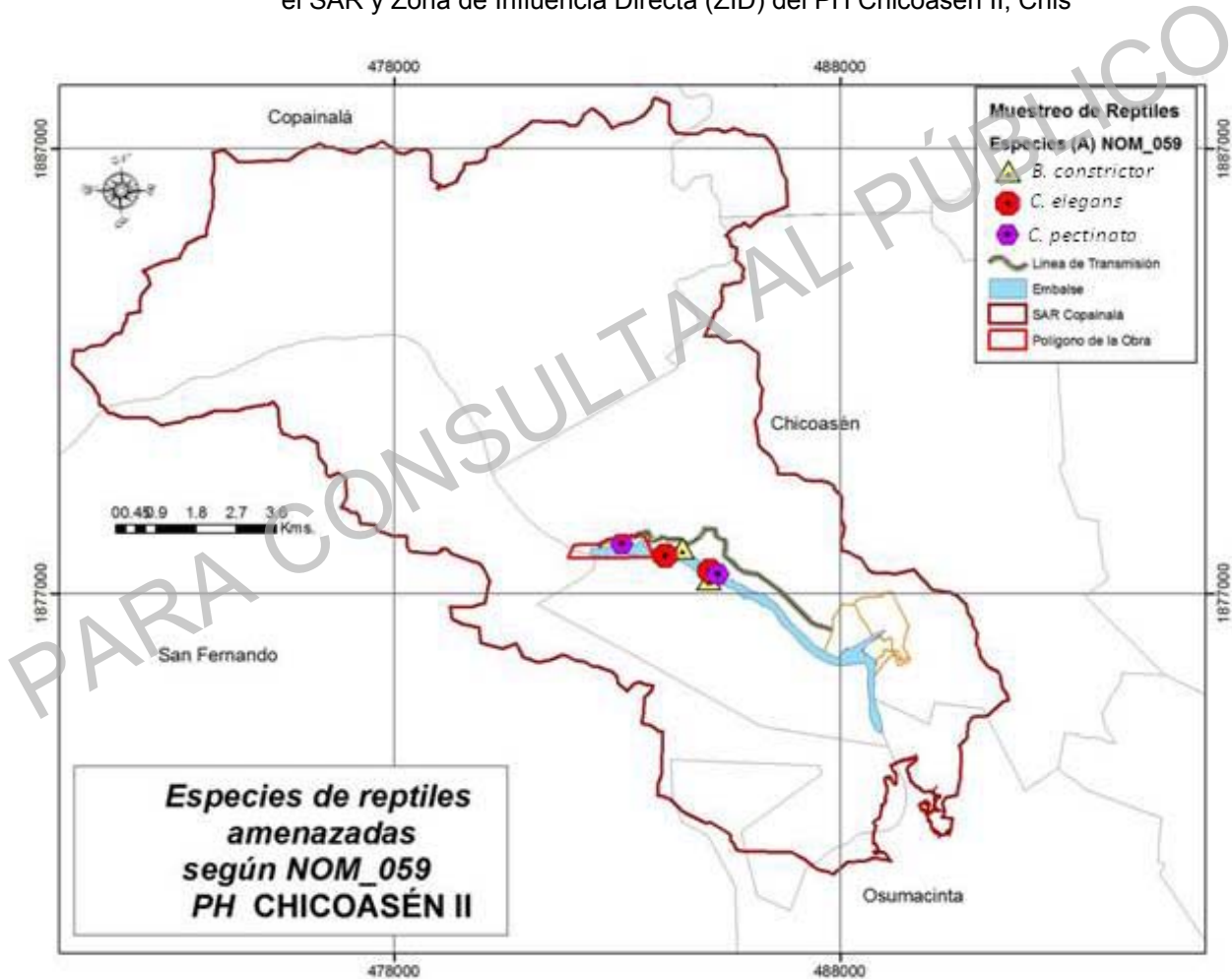


Figura 4.53 Mapa de ubicación de las especies de reptiles con estatus de amenazadas, según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Es importante señalar que las dos especies de lagartijas observadas consideradas dentro de la categoría de amenazadas, fueron registradas en la zona de influencia directa del proyecto (Tabla 4.37), además de ser especies poco comunes en el SAR (Figura 4.53); además de dos especies de las cuatro de lagartijas sujetas a protección especial. Mientras que las otras dos

fueron encontradas también en el SAR, como es el caso de *Sphaerodactylus glaucus* (Figura 4.54), la cual es relativamente común (IVIr = 12%) en el SAR, y la otra fue sólo encontrada en una de las estaciones del SAR. No obstante, tanto las especies que se encuentran en la categoría de amenazadas y en protección especial presentan una distribución amplia en el estado de Chiapas y en México (ver sección 8.5 del capítulo 8)

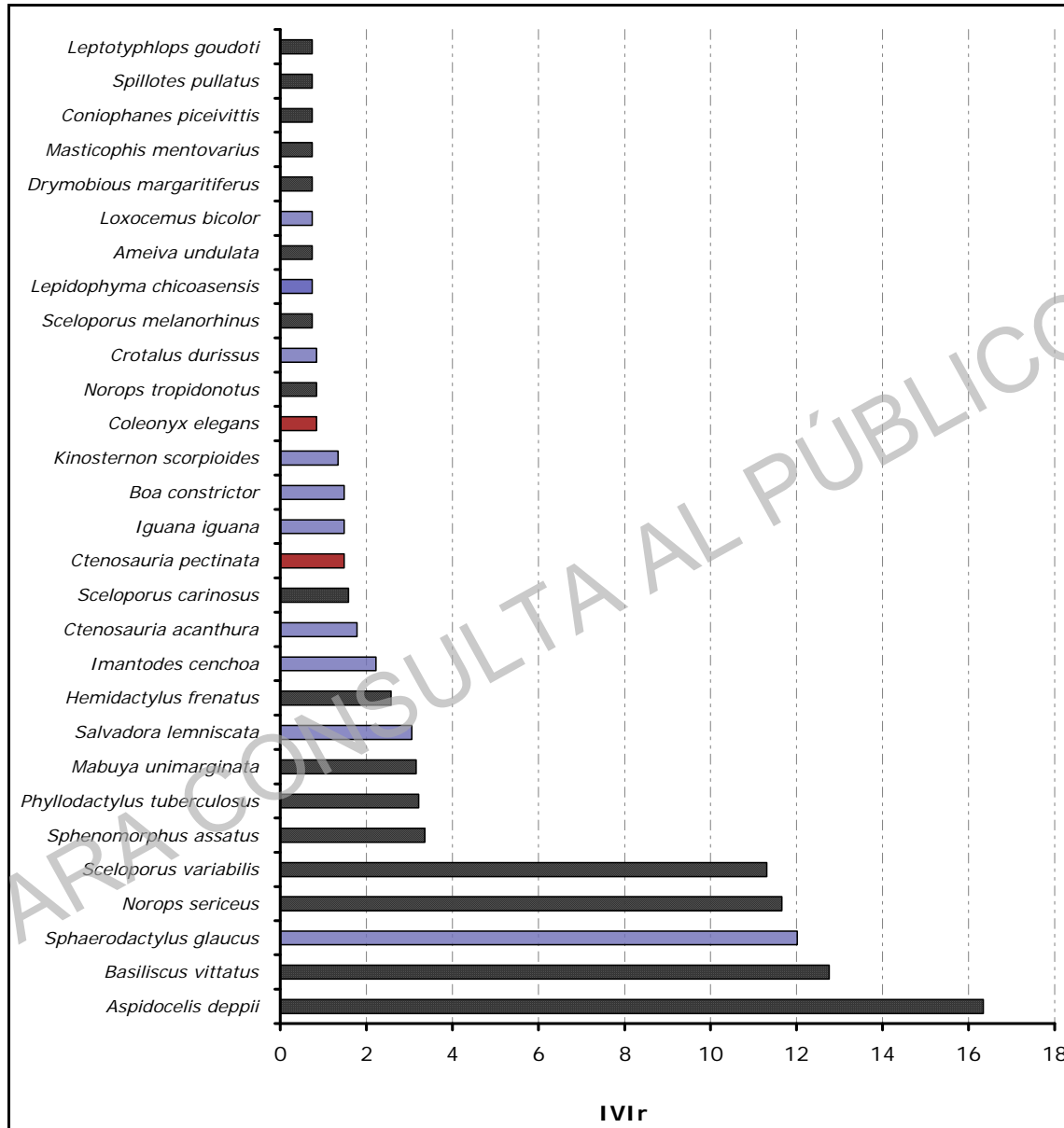


Figura 4.54 Valores de dominancia los reptiles registrados en el SAR y en la zona de influencia directa del PH Chicoasén II, estimados mediante el valor de importancia relativa (IVIr).

De las especies de culebras observadas, la culebra mazacuata (*Boa constrictor*) está dentro de la categoría de especie amenazada; cuatro están consideradas en la categoría de protección especial, las cuales son *Salvadora lemniscata* de hábitos acuáticos, *Loxocemus bicolor*, *Imantodes cenchoa* y la cascabel de la especie *Crotalus durissus*, todas fueron registradas en la zona de influencia directa. Finalmente, se registró la especie de tortuga *Kinosternon scorpioides*, sujeta a protección especial.

Sin embargo, tanto las especies que se encuentran en la categoría de amenazadas y en protección especial tienen una distribución amplia en el estado de Chiapas y en México (ver sección 8.5 del capítulo 8)

### A.1.3 Diversidad de herpetofauna en el SAR y en la zona de influencia directa del PH Chicoasén II.

El sitio con mayor diversidad de anfibios del SAR del PH PH Chicoasén II, empleando el índice de Shannon, fue el CSAR-4 ( $H' = 0,93$ ), que pertenece a la unidad de paisaje III caracterizado por montañas tectónicas erosivas con vegetación de selva baja caducifolia. En el caso de las especies de reptiles, el valor más alto de diversidad del índice de Shannon también se encontró en el sitio CSAR-4 ( $H' = 1,79$ ) y en dos más CSAR-1 y CSAR-6 ( $H' = 1,79$  y  $1,71$  respectivamente). Los dos últimos sitios de muestreo CSAR-1 y CSAR-6, corresponden a la unidad de paisaje IV caracterizada por montañas tectónicas erosivas –kársticas, clima cálido subhúmedo con vegetación de selva baja caducifolia y bosque de galería (Figura 4.55).

Los sitios de muestreo de la zona de impacto, con mayor diversidad de anfibios, usando el índice de Shannon fueron los sitios CZI-2 y el CZI-4 ( $H' = 0,68$  y  $0,69$  respectivamente) que corresponden a la unidad de paisaje III. En el caso de los reptiles, los valores más altos del índice de diversidad de Shannon fueron CZI-1 y CZI-2 ( $H' = 1,97$  y  $1,96$  respectivamente) que también corresponden a la unidad de paisaje III (Figura 4.55).

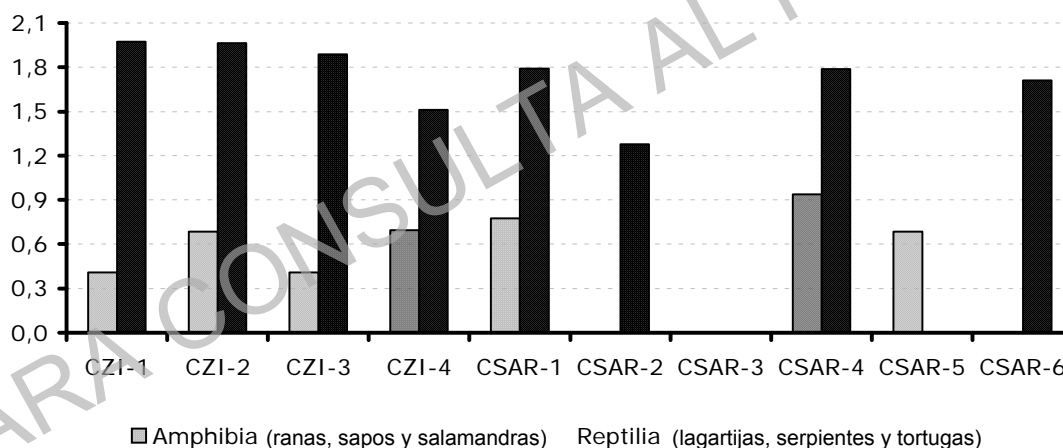
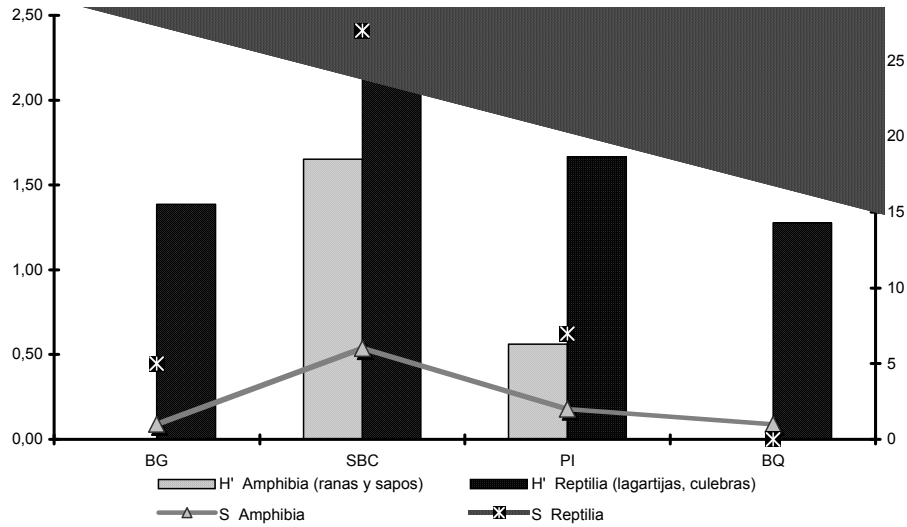


Figura 4.55 Diversidad de especies por sitios de muestreo en el SAR y zona de impacto del PH Chicoasén II de acuerdo al índice de diversidad de Shannon

La diversidad de especies de anfibios y reptiles por tipos de vegetación, empleando el índice de diversidad de Shannon, fue mayor en la selva baja caducifolia ( $H' = 1,65$  y  $2,69$  respectivamente) siendo menos diverso en el pastizal y el bosque de *Quercus* (Figura 4.56).



BG = bosque de galería. SBC = selva baja caducifolia. PI = pastizal inducido. BQ = bosque de *Quercus*

Figura 4.56 Diversidad y riqueza de especies de anfibios y reptiles, usando el Índice de Shannon (H') por tipos de vegetación

### A.1.4 Análisis de similitud

Mediante un análisis de agrupamiento utilizando el estimador de Sorensen y el método de agrupamiento UPGMA, para estimar la similitud de comunidades de anfibios y reptiles entre los diferentes sitios de muestreo del SAR y de la zona de influencia directa, se observó que hay dos grupos relativamente bien definidos: uno lo conforman los sitios CZI-1, CZI-2 y CZI-3 y el otro grupo CZI-4 y CSAR-1 (Figura 4.57). El resto de los sitios de muestreo no presenta similitud entre las comunidades de herpetofauna (los valores de similitud están por debajo del 60% de similitud).

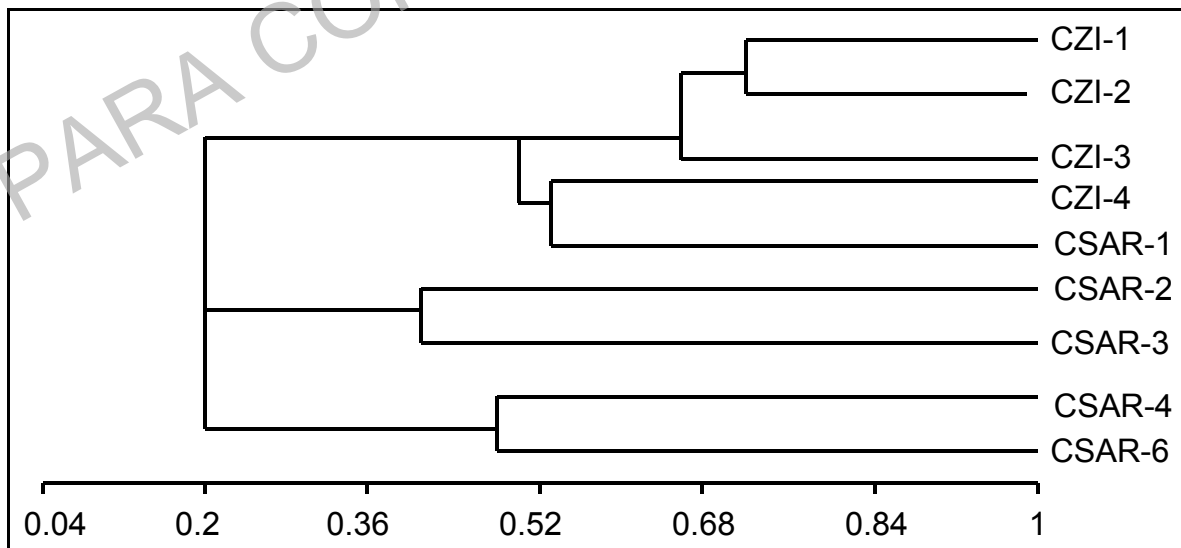


Figura 4.57 Dendrograma de similitud de especies de anfibios y reptiles entre los diferentes sitios de muestreos, empleando el índice de Sorensen

## B. Aves

De acuerdo a la revisión bibliográfica se identifican como especies potenciales para la zona de estudio 513, clasificadas en 19 órdenes. Los órdenes mejor representados fueron: Passeriformes con 267, Falconiformes con 36, Piciformes con 32, Apodiformes con 33 especies y el menos representado es el de los Tinamiformes con dos especies (Tabla 4.38).

Orden	Número de especies	Orden	Número de especies
Anseriformes	10	Gruiformes	11
Apodiformes	33	Passeriformes	267
Caprimulgiformes	8	Pelecaniformes	3
Charadriiformes	23	Piciformes	32
Ciconiiformes	13	Podicipediformes	3
Columbiformes	16	Psittaciformes	10
Coraciiformes	9	Strigiformes	16
Cuculiformes	8	Tinamiformes	2
Falconiformes	36	Trogoniformes	5
Galliformes	8		
Total de especies 513			

Tabla 4.38 Número de especies potenciales de aves por orden taxonómico

De las 513 especies potenciales identificados, 79 se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El orden de los Passeriformes es el más amenazado con 19 de sus especies en alguna categoría de riesgo, 13 de ellas con protección especial, una amenazada y cinco en peligro. Seguido del orden Falconiformes con 18 representantes, 10 de ellos ubicados en la categoría de protección especial, tres en la categoría de especies amenazadas y cinco en peligro. Por último el orden de los Piciformes, con ocho especies en protección especial y dos amenazadas (ver sección 8.5)

### B.1 Resultados de trabajos de campo

#### B.1.1 Composición taxonómica

Se registraron 89 especies en el SAR que corresponden al 17,34% de las aves registradas para el estado de Chiapas. Estas se encuentran representadas en 16 órdenes de los cuales el orden Passeriformes es el de mayor presencia en la zona (49 sp), seguido de los órdenes Falconiformes y Ciconiiformes (6), Piciformes (5 sp). Los órdenes de menor proporción son, Charadriiformes, Galliformes, Podicipediformes Strigiformes, Tinamiformes y Trogoniformes (1 sp) (Tabla 4.39).

Orden	Número de especies	Orden	Número de especies
Apodiformes	4	Passeriformes	49
Charadriiformes	1	Pelecaniformes	3
Ciconiiformes	6	Piciformes	5
Columbiformes	3	Podicipediformes	1
Coraciiformes	2	Psittaciformes	3
Cuculiformes	2	Strigiformes	1

Orden	Número de especies	Orden	Número de especies
Falconiformes	6	Tinamiformes	1
Galliformes	1	Trogoniformes	1

Tabla 4.39 Número de especies observadas por orden taxonómico

Los órdenes registrados en el SAR pertenecen a 33 familias, de las cuales la familia Tyrannidae es la de mayor riqueza (11 especies) seguida de las familias Icteridae (9), Parulidae (8) y Ardeidae (6). El 33,33% de las familias presentes se reportaron con un solo ejemplar (Tabla 4.40).

Familia	Especies	Familia	Especies
Accipitridae	3	Laridae	1
Alcedinidae	1	Momotidae	2
Ardeidae	6	Parulidae	8
Cardinalidae	3	Pelecanidae	1
Cathartidae	2	Phalacrocoracidae	2
Columbidae	3	Picidae	3
Corvidae	3	Podicipedidae	1
Cracidae	1	Psittacidae	3
Cuculidae	2	Strigidae	1
Emberizidae	2	Sylviidae	2
Falconidae	1	Thraupidae	2
Fringillidae	2	Tinamidae	1
Furnariidae	1	Trochilidae	4
Hirundinidae	2	Troglodytidae	2
Icteridae	9	Trogonidae	1

Tabla 4.40 Número de especies observadas por familia

**B.1.2 Especies de aves observadas enlistadas en alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Dentro de las especies bajo alguna protección de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentran nueve especies bajo Protección especial (PR) y una amenazadas (A) (Tabla 4.41). De las cuales siete se registraron en la Zona de Impacto (*Cyananthus latirostris*, *Granatellus venustus*, *Heliomaster longirostris*, *Psarocolius montezuma*, *Aratinga nana*, *Aratinga canicularis*, *Buteogallus anthracinus*) y cuatro en el SAR (*Aratinga canicularis*, *Trogon collaris*, *Aratinga holochlora*, *Buteogallus anthracinus*).

Orden	Familia	Genero y especie	Nombre común	NOM 059
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Protección especial
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frentinaranja	Protección especial
		<i>Aratinga holochlora</i>	Perico verde mexicano	Amenazada
		<i>Aratinga nana</i>	Perico pechisucio	Protección especial
Apodiformes	Trochilidae	<i>Heliomaster longirostris</i>	Picolago corniazul	Protección especial
		<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	Protección especial



Orden	Familia	Genero y especie	Nombre común	NOM 059
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	Protección especial
		<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola de Moctezuma	Protección especial
	Parulidae	<i>Granatellus venustus</i>	Granatelo mexicano	Protección especial
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Trogón collarejo	Protección especial

Tabla 4.41 Especies de aves observadas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el SAR del PH Chicoasén II.

### B.1.3 Distribución

Las especies ampliamente distribuidas fueron *Thryothorus pleurostictus*, al ser encontradas en nueve de los diez sitios, seguida de *Calocitta formosa*, *Coragyps atratus* localizadas en ocho sitios. Las especies de distribución más restringida corresponden a un 52,8 % de las especies registradas, al ser localizadas en un solo sitio.

### B.1.4 Diversidad y abundancia relativa

El índice de diversidad de Shannon que describe la diversidad de especies considerando a las especies raras, muestra que el sitio más diverso de aves fue el sitio CZI-4 de la Zona de Impacto denominado con un índice de diversidad 2,9 y una varianza de 0,01611. Mientras que el sitio menos diverso es el sitio CSAR-6 del Sistema Ambiental Regional denominado con un índice de diversidad de 0,944 y una varianza de 0,003062 (Figura 4.58).



Figura 4.58 Índices de diversidad Shannon en la Zona de Influencia Directa (CZI) y del Sistema Ambiental Regional (CSAR)

### B.1.4 Análisis de similitud

El Índice de Sorensen fue utilizado para medir la similitud entre los sitios de acuerdo a la presencia-ausencia y con el Método de agrupamiento de medias no ponderadas (UPGMA) (Krebs, 1999) se construyó un dendograma de similitud para explorar la asociación de los sitios (Figura 4.59). El análisis de agrupamiento con base a la avifauna identificó la formación de dos grupos que se caracterizaron por reunir casi en su totalidad la zona de impacto (sitios CZI-1, CZI-2, CZI-3, CZI-4) considerándose sitios con el 0,606 de similitud de la avifauna registrada en el área el SAR. Estos sitios excepto el CZI-3 se destacan por presentar a *Aratinga canicularis* que es una especie en protección especial enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, con distribución restringida a solo éstos sitios.

El sitio CZI-3 se caracteriza por presentar la especie *Buteogallus anthracinus* que también se encuentra bajo protección especial enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, con distribución restringida a solo ese sitio.

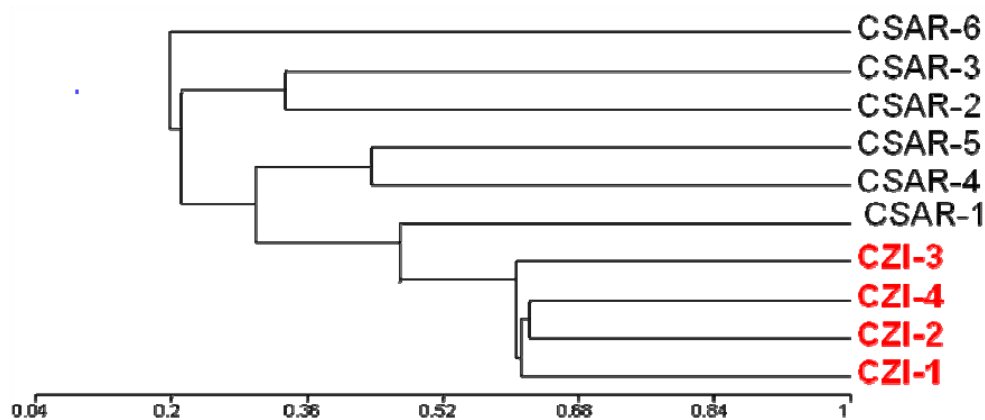


Figura 4.59 Dendrograma de similitud basado en datos de presencia / ausencia de aves para los sitios de muestreo

### C. Mamíferos

Para el área que comprende el SAR del PH Chicoasén II, en la bibliografía revisada se tienen registradas un total de 75 especies potenciales, incluidas dentro de 22 Familias y nueve órdenes. De los cuales, el Orden Chiroptera (murciélagos) es el mejor representado con 31 especies, seguidos por el Orden Rodentia (ardillas, ratones, etc.) con 18 especies y el Orden Carnívora (tigrillo, zorras, zorrillos, etc.) con 14 especies. Los órdenes Didelphimorphia (tlacuaches), Artiodactyla (venados y jabalíes) y Soricomorpha (Musarañas) están representados por 4, 3 y 2 especies respectivamente. Los órdenes Cingulata (armadillo), Pilosa (oso hormiguero) y Lagomorpha (conejos y liebres) son los menos representados, con una sola especie cada una.

Respecto al estado de conservación, se registraron 13 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF 2010), de las cuales cuatro se encuentran en peligro de extinción (*Eira barbara*, *Leopardus wiedii*, *Leopardus pardalis* y *Tamandua mexicana*), cuatro en protección especial (*Bassariscus sumichrasti*, *Potos flavus*, *Cryptotis mexicana* y *Cryptotis parva*) y cinco amenazadas (*Reithrodontomys gracilis*, *Coendou mexicanus*, *Choeronycteris mexicana*, *Puma yagouaroundi* y *Leptonycteris curasoae*).

#### C.1 Resultados de trabajos de campo

##### C.1.1 Composición, riqueza y abundancia de especies

Se obtuvieron 865 registros de organismos en campo. La composición taxonómica comprende de cinco órdenes, 11 familias, 27 géneros y 36 especies. El orden Chiroptera contiene la mayoría de las especies encontradas, ocupando el 52,77% (19) del total de las especies, siendo la familia Phyllostomidae la mejor representada con 14 especies. El orden Carnívora conforma el 19,44 (7 sp) de las especies y los órdenes Rodentia y Didelphimorphia 16,66% (6 sp) y 11,11% (4 sp) respectivamente y el de menor representación el Cingulata con el 2,77% (Figura 4.60 y Tabla 4.42).

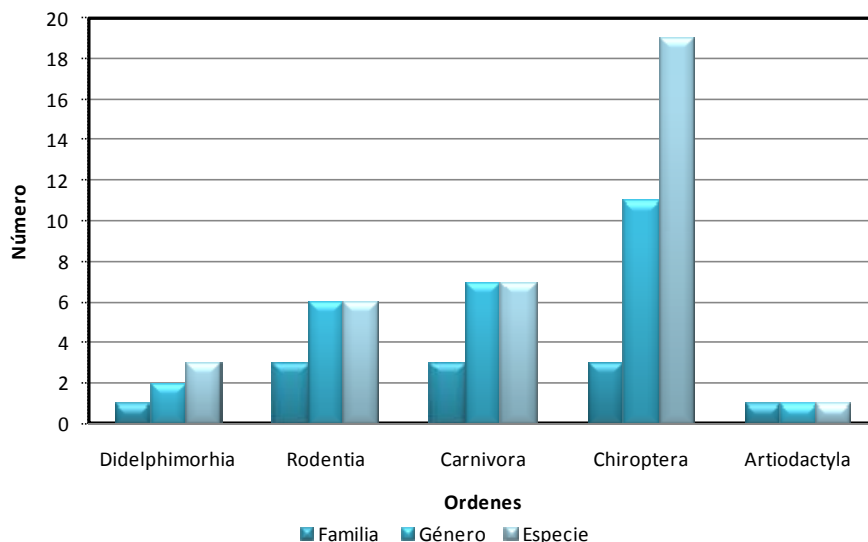


Figura 4.60 Riqueza de especies, género y familia por órdenes de mamíferos registrados en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

De la mastofauna existente en Chiapas, esta composición representa el 17,56% de las especies, el 23,07% de los géneros, el 35,48% de familias y el 50% de los órdenes citados para el Estado de Chiapas (Lorenzo *et al.* 2008). Para los mamíferos presentes en México representan el 6,85 % de las especies, el 13,98% de los géneros y el 23,40% de las familias (Ceballos y Oliva 2005).

De la riqueza encontrada en el SAR PH Chicoasén II (36 sp), la zona de influencia directa (ZID) presento un total de 27 especies y la Zona de Influencia Indirecta (ZII) 32 especies. Con respecto a los sitios muestreados en la ZID, se encontró que el sitio con mayor riqueza fue el CZI-4 con 18 especies, seguido por el sitio CZI-1 con 17 y el sitio que presento menos riqueza fue CZI-2 con 10 especies. En la ZII los sitios que presentaron una mayor riqueza fueron CSAR-1 y CSAR-2 con 20 y 19 especies respectivamente. El sitio con menos riqueza de especies dentro de esta zona fue CSAR-3 con tres especies (Figura 4.61).

La abundancia encontrada dentro de la ZID fue de 400 individuos y para la ZII fue de 465 individuos. Los sitios con mayor abundancia de individuos en la ZID fueron CZI-4 y CZI-1 con 133 y 124 respectivamente. Los sitios con menor abundancia de individuos fueron CZI-2 y CZI-3 con 40 y 103 individuos respectivamente. Dentro de la ZII, los sitios con mayor abundancia de individuos por especies fueron CSAR-2 y CSAR-1 con 117 y 275 individuos respectivamente. Los sitios con menos abundancia fueron CSAR-3 y CSAR-5 con ocho y 13 individuos (Figura 4.61).

Orden	Familia	Genero y especie
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Tlacuatzin canescens</i>
		<i>Didelphis marsupialis</i>
		<i>Didelphis virginiana</i>
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>
	Muridae	<i>Baiomys musculus</i>
		<i>Neotoma mexicana</i>
		<i>Peromyscus mexicanus</i>

Orden	Familia	Genero y especie
		<i>Sigmodon hispidus</i>
	Geomyidae	<i>Liomys pictus</i>
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>
		<i>Canis latrans</i>
	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>
		<i>Conepatus leuconotus</i>
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>
		<i>Nasua narica</i>
<i>Procyon lotor</i>		
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>
	Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>
		<i>Pteronotus davyi</i>
		<i>Pteronotus parnellii</i>
		<i>Pteronotus personatus</i>
	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>
		<i>Anoura geoffroyi</i>
		<i>Glossophaga commissarisi</i>
		<i>Glossophaga morenoi</i>
		<i>Glossophaga soricina</i>
		<i>Leptonycteris curasoae yerbabuenae</i>
		<i>Carollia subrufa</i>
		<i>Carollia sowelli</i>
		<i>Artibeus intermedius</i>
		<i>Artibeus jamaicensis</i>
		<i>Artibeus lituratus</i>
<i>Dermanura tolteca</i>		
<i>Sturnira lilium</i>		
<i>Sturnira ludovici</i>		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>

Tabla 4.42 Listado taxonómico de las especies de mamíferos encontradas en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

**C.1.2 Especies de mamíferos observados incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010**

De las 36 especies presentes en el Sistema Ambiental Regional de PH Chicoasén II, dos se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, una como vulnerable (*Leptonycteris curasoae yerbabuenae*) y la otra como protección especial (*Potos flavus*). Siete especies son consideradas como endémicas de Mesoamérica (*Sciurus aureogaster*, *Baiomys musculus*, *Peromyscus mexicanus*, *Liomys pictus*, *Carollia subrufa*, *Carollia sowelli* y *Dermanura tolteca*) y dos son endémicas de México *Glossophaga morenoi*, *Tlacuatzin canescens*.

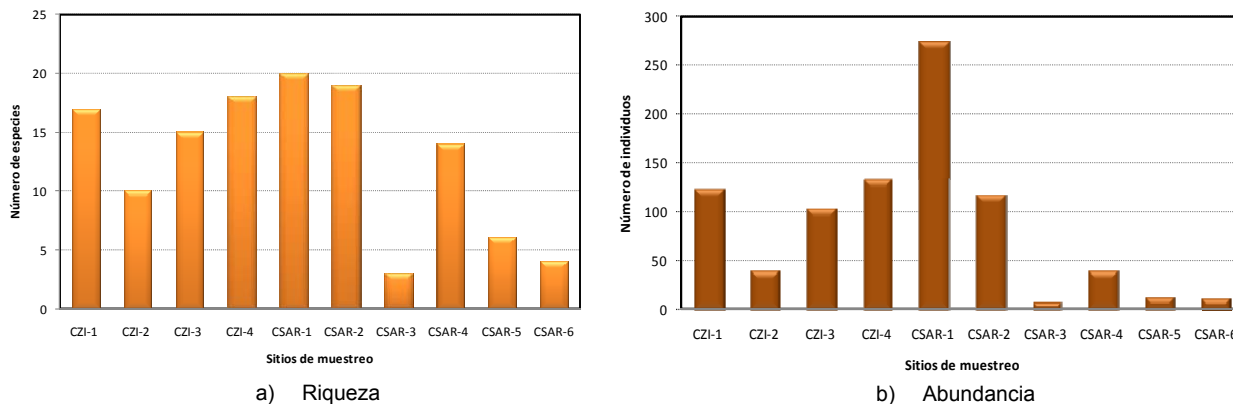


Figura 4.61 Riqueza y abundancia por sitio de muestreo en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

### C.1.3 Diversidad de mamíferos

Los valores de diversidad con el índice de Shannon para la zona de influencia directa fueron de 2,0 y de la zona de influencia indirecta fue de 1,72. Los sitios de muestreo en la zona de influencia directa los puntos de muestreos presentaron diferencias, el valor más alto se registró en el sitio CZI-4 ( $H'$  2,173), seguido por el sitio CZI-3 (2,04), los sitios más bajos fueron los denominados CZI-2 y CZI-1 de 1,87 y 1,93 respectivamente. Dentro de la zona de influencia indirecta los sitios con mayor diversidad fueron CSAR-2 (2,46), seguido por los sitios CSAR-4 (2,38) y CSAR-1 (2,028), los sitios menos diversos fueron CSAR-5 y CSAR-3 con 1,626 y 1,089 respectivamente (Figura 4.62a).

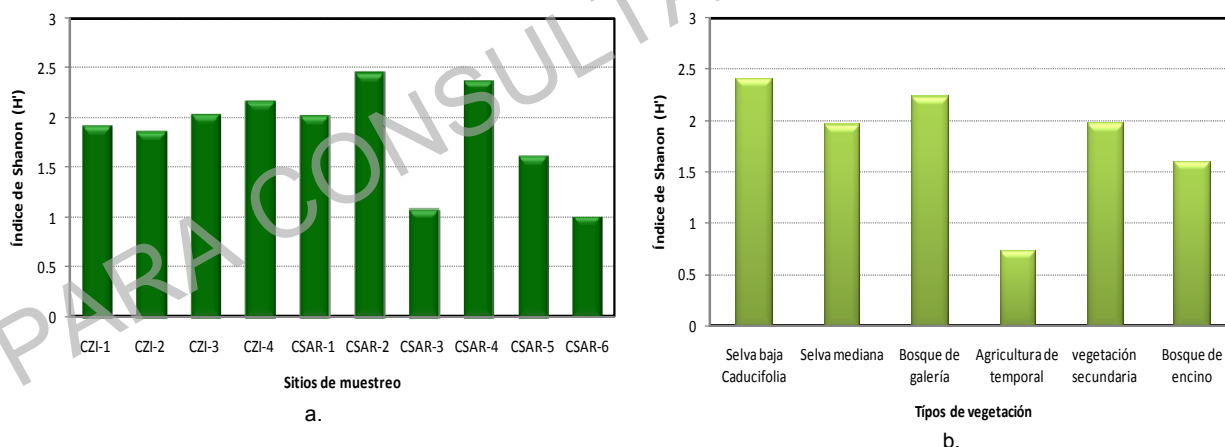


Figura 4.62 Diversidad por sitio de muestreo y tipo de vegetación en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

La diversidad en los diferentes tipos de vegetación presentes en el SAR del PH Chicoasén II, el valor más alto se registró en la selva baja caducifolia, con 2,412, en el Bosque de galería con 2,242 y la vegetación secundaria con 1,98. La selva mediana registró 1,97 y finalmente las zonas agrícolas 0,74 (Figura 4.62b)

La abundancia y riqueza de especies presentaron los valores más altos en la selva baja caducifolia. Bosque de galería y vegetación secundaria, mientras los valores más bajos se registraron en el bosque de encino y cultivos de temporal.

### C.1.4 Distribución

El análisis de la distribución de los mamíferos se realizó de acuerdo a la zona de influencia directa y sistema ambiental regional. Con respecto a la primera, se pudo notar que 4 especies se registraron en todos los puntos de muestreos, por lo que se les puede considerar como generalistas en el uso del hábitat; en este grupo se incluyen especies como *Artibeus intermedius*, *Artibeus jamaicensis*, *Pteronotus parnelli* y *Sturnira lilium*, todos pertenecientes a la familia **Phyllostomidae** del orden de los murciélagos. Para el Sistema Ambiental Regional se registró una especie en cinco de los seis puntos que fue *Glossophaga soricina*.

Las especies que mostraron distribución restringida en función de los puntos muestreados tanto en la Zona de Influencia Directa como en el SAR, se encontró a *Balantiopteryx plicata*, *Micronycteris microtis*, *Pteronotus davyi*, *Pteronotus personatus*, *Baiomys musculus*, *Mephitis macroura*, *Odocoileus virginianus*, *Procyon lotor*, *Sciurus aureogaster*, *Sigmodon hispidus*, *Urocyon cinereoargenteus*, estas especies fueron registradas solamente en uno de los sitios de muestreo.

La distribución por tipo de vegetación registró que la SBC, presentó una distribución amplia con respecto a los mamíferos con un total de 28 especies, seguida por el bosque de galería y el acahual.

### C.1.5 Dominancia

Las especies dominantes resultaron *Artibeus intermedius*, *Artibeus jamaicensis*, *Baiomys musculus*, *Carollia sowelli*, *Glossophaga morenoi*, *Desmodus rotundus*, *Peromyscus mexicanus*, *Sturnira ludovici*, *Dermanura tolteca*, las cuales en conjunto representan más del 45% del Índice de Valor de Importancia (IVI) (Figura 4.63).

En los puntos de muestreo el sitio más dominante fue el CSAR-1, presentando el valor de importancia más alto con respecto a los sitios restantes (Tabla 4.43).

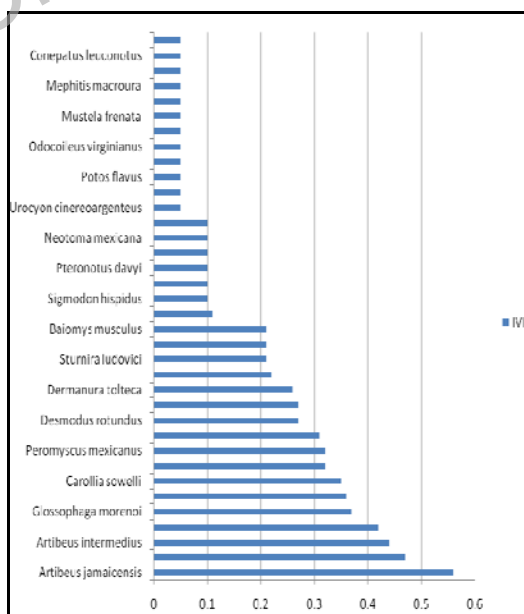


Figura 4.63 Dominancia de las especies registradas en el SAR del PH Chicoasén II.

La especie dominante dentro de los diferentes tipos de vegetación fueron: *Artibeus intermedius*, *Artibeus jamaicensis*, *Baiomys musculus*, *Carollia sowelli*, *Glossophaga morenoi*, *Desmodus rotundus*, *Peromyscus mexicanus*, *Sturnira ludovici*, *Dermanura tolteca*, ocupando más del 50% del IVI (Figura 4.64).

Sitios	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	IVIr
CSAR-1	0,32	0,16	0,24
CZI-4	0,15	0,14	0,145
CSAR-2	0,14	0,15	0,145
CZI-1	0,14	0,13	0,135
CZI-3	0,12	0,12	0,12
CSAR-4	0,05	0,12	0,085
CZI-2	0,05	0,08	0,065
CSAR-5	0,02	0,05	0,035
CSAR-6	0,01	0,03	0,02
CSAR-3	0,01	0,02	0,015

Tabla 4.43 Dominancia de las especies por punto de muestreos.

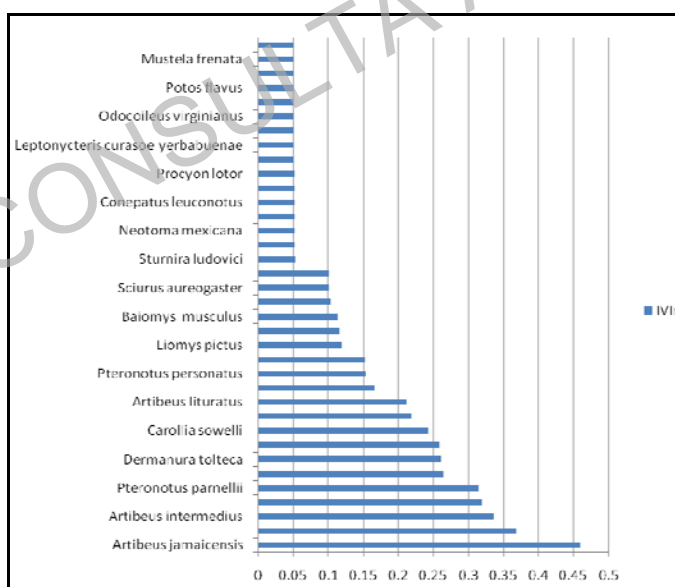


Figura 4.64 Dominancia de mamíferos de acuerdo a los tipos de vegetación dentro del SAR PH Chicoasén II, Chis.

### C.1.6 Análisis de similitud

El análisis de similitud de Sorensen con base a la mastofauna reveló que el sistema ambiental regional de PH Chicoasén II, se encuentra de forma heterogénea ya que se identificaron cinco grupos: **grupo uno** formado por dos puntos (CSAR-1 y CSAR-2), dominado por los quirópteros y los roedores. El **segundo grupo** incluye a los puntos localizados en el sistema ambiental regional (zona de influencia indirecta) CSAR-5, CSAR-36 y CSAR-4, dominados por las

especies (*Sturnira lilium*, *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus intermedius*); el **tercer grupo** (formado por un solo punto CSAR-3), con pocas especies por el grado de perturbación. El **grupo cuatro** incluye a los sitios CZI-1 y CZI-2 dominado por las especies *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus intermedius* y *Liomys pictus*). Finalmente el grupo cinco incluye a los puntos CZI-3 y CZI-4 y dominados por las especies *Artibeus jamaicensis*, y *Artibeus intermedius* (Figura 4.65).

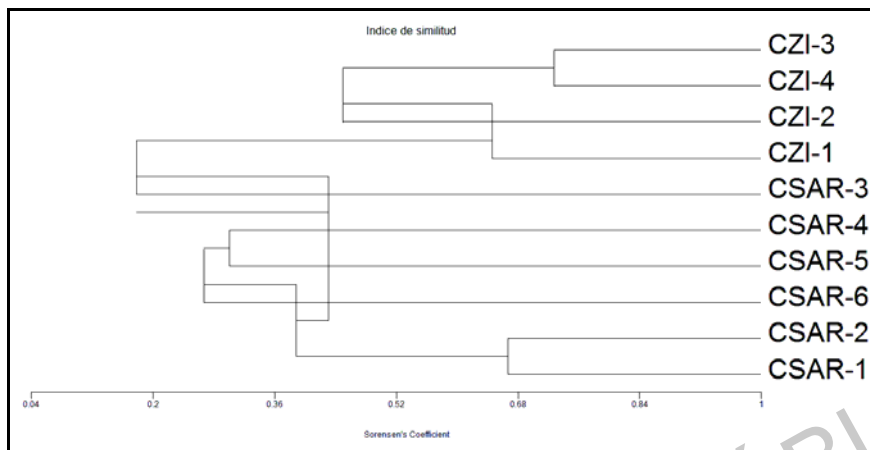


Figura 4.65 Dendrograma de similitud de sitios de muestreo de acuerdo a la mastofauna registrada en el SAR.

### 4.2.2.3. Fauna acuática

Para la caracterización de este factor ambiental se realizó una revisión bibliográfica y muestreos de campo, para lo cual se seleccionaron 10 sitios de muestreo (Figura 21, Anexo 2), estos se georreferenciaron por medio de un geoposicionador (Magellan Blazer 12); los puntos quedaron distribuidos de la siguiente manera (Tabla 4.44).

Clave	Corriente	Descripción	Coordenadas UTM		Altitud M
			Y	X	
I-G	Río Grijalva	La Poza, a 700 m de la cortina de Chicoasén	1 873 974,546	488 702,068	200
II-G	Río Grijalva	A 1,6 km de la cortina de Chicoasén	1 882 863,414	477 945,856	198
III-G	Río Chicoasén	Puente Chicoasén	1 875 541,955	488 141,017	205
IV-G	Río Grijalva	A 2 km río abajo de la estación climatológica de CFE	1 877 264,518	485 273,594	197
V-G	Río Grijalva	Arroyo seco	1 878 003,282	483 529,478	194
VI-G	Río Grijalva	Sitio de obra PH Chicoasén II	1 877 881,115	482 612,702	186
VII-G	Río Zacalapa (Copainalá)	El Vado Tres Picos	1 885 628,144	478 687,771	315
VIII-G	Río Grijalva	Tres Picos	1 882 863,414	477 945,856	182
IX-G	Río Grijalva	Cerro Blanco	1 881 731,730	473 450,779	173
XI-B	Río Chicoasén	Junta Bochil-Río Chico	1 876 945,272	489 907,236	232

Tabla 4.44 Sitios de muestreo para fauna acuática en el SAR PH Chicoasén II, Chis.



Se realizaron cuatro campañas de muestreo empleando diversas artes de pesca (chinchorro, atarraya, red de cuchara, red agallera, anzuelos, etc). Para determinar la estructura de las comunidades la recolecta de organismos se realizó mediante una red tipo chinchorro (3 m de largo, 2 m de alto y 5 mm de luz de malla), manteniendo un esfuerzo constante de 30 minutos por cada sitio de muestreo, una atarraya (6 m de diámetro y ½ pulgada de luz de malla) realizando un esfuerzo de 10 lances por sitio y una red agallera mantenida durante una hora en cada estación de muestreo (ver capítulo 8, sección 8.3.4).

**A. Peces**

Dentro del SAR se ha estimado un total de 40 especies dentro del área basados en registros propios de zonas adyacentes (depositados en la colección de peces del Museo de Zoología de la UNICACH) y de literatura. Sin embargo, el número de especies de peces registradas durante la realización de los muestreos fue de 23, con un total de 5 526 ejemplares, agrupados en seis órdenes, nueve familias y 18 géneros (Tabla 4.45).

De las especies registradas cuatro se encuentran bajo protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales una es endémica a la cuenca media y alta del Grijalva, y también se reporta la presencia de dos especies exóticas (*Oreochromis niloticus* y *Parachromis managuensis*). De acuerdo a su valor de uso, cinco se explotan comercialmente y seis se utilizan para autoconsumo (Figura 4.66 y Tabla 4.46).



*Potamarius nelsoni*



*Rhamdia guatemalensis*



*Cichlasoma grammodes*



*Parraneetroplus hartwegi*

Figura 4.66 Especies registradas en el SAR incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Orden	Familia	Especie
Cupleiformes	Cupleidae	1. <i>Dorosoma anale</i> Meek 1904
		2. <i>Dorosoma petenense</i> (Günther 1867)
Characiformes	Characidae	3. <i>Astyanax aeneus</i> (Günther, 1860)
		4. <i>Brycon guatemalensis</i> Regan 1908
Siluriformes	Ictaluride	5. <i>Ictalurus meridionalis</i> (Günther 1840)
	Ariidae	6. <i>Cathorops aguadulce</i> (Meek 1904)
	Heptapteridae	7. <i>Potamarius nelsoni</i> (Evermann & Goldsborough 1902)
		8. <i>Rhamdia guatemalensis</i> (Günther 1864)
		9. <i>Rhamdia laticauda</i> (Kner 1858)
Atheriniformes	Atherinopsidae	10. <i>Atherinella alvarezii</i> (Díaz-Pardo 1972)
Beloniformes	Hemirhamphidae	11. <i>Hyporhamphus mexicanus</i> Alvarez 1959
Cyprinodontiformes	Profundulidae	12. <i>Profundulus labialis</i> (Günther 1866)
	Poeciliidae	13. <i>Poecilia mexicana</i> Steindachner 1863
		14. <i>Poeciliopsis fasciata</i> (Meek 1904)
		15. <i>Poeciliopsis pleurospilus</i> (Günther, 1868)
		16. <i>Poeciliopsis hnlickai</i> Meyer & Vogel 1981
Perciformes	Cichlidae	17. <i>Cichlasoma grammodes</i> (Taylor & Miller 1980)
		18. <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus 1758)
		19. <i>Petenia splendida</i> Günther 1862
		20. <i>Parachromis managuensis</i> (Günther 1867)
		21. <i>Thorichthys helleri</i> (Steindachner 1864)
		22. <i>Paraneetroplus hartwegi</i> (Taylor & Miller 1980)
		23. <i>Paraneetroplus synspila</i> (Hubbs 1936)

Tabla 4.45 Lista sistemática de las especies recolectadas en el SAR PH Chicoasén II, Chis.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Uso local
<i>Dorosoma anale</i> Meek 1904		Autoconsumo
<i>Dorosoma petenense</i> (Günther 1867)		Comercial
<i>Astyanax aeneus</i> (Günther, 1860)		Autoconsumo
<i>Brycon guatemalensis</i> Regan 1908		Autoconsumo
<i>Ictalurus furcatus</i> (Valenciennes 1840)		Comercial
<i>Potamarius nelsoni</i> (Evermann & Goldsborough 1902)	Protección especial	Ninguno
<i>Rhamdia guatemalensis</i> (Günther 1864)	Protección especial	Ninguno
<i>Paraneetroplus hartwegi</i> (Taylor & Miller 1980)	Protección especial, endémica	Autoconsumo
<i>Paraneetroplus synspila</i> (Hubbs 1935)		Autoconsumo
<i>Parachromis managuensis</i> (Günther 1867) *		Comercial
<i>Cichlasoma grammodes</i> Taylor & Miller 1980	Protección especial, endémica	Autoconsumo
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus 1758) *		Comercial

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Uso local
<i>Petenia splendida</i> Günther 1862		Comercial

Tabla 4.46 Especies de peces incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de importancia económica.

### A.1 Riqueza de la ictiofauna

Los sitios de muestreo con mayor riqueza de especies fueron Río Grijalva-Tres Picos (VIII-G) con 16, seguido del Río Chicoasén (Puente Chicoasén) (III-G), Río Grijalva-Proyecto Cortina (V-G), ambas con 12, y el resto con 11 o menos especies (Figura 4.67).

### A.2 Distribución y dominancia

Las especies más ampliamente distribuidas fueron *Paraneetroplus hartwegi* y *Poeciliopsis fasciata* al ser encontradas en nueve de los 10 sitios de muestreo, además de *Oreochromis niloticus* en ocho sitios. Las especies con distribución más restringida resultaron *Cathorops aguadulce*, *Cichlasoma grammodes*, *Dorosoma petenense*, *Potamarius nelsoni*, *Hyporhamphus mexicanus* y *Paraneetroplus synspila*, al ser localizadas en solo un sitio (Tabla 4.47).

Con respecto a la distribución de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Paraneetroplus hartwegi* se distribuye a lo largo del tramo en estudio del río Grijalva ya que se encuentra prácticamente en todos los sitios, mientras que *C. grammodes*, únicamente se registró en el río Chicoasén a la altura del puente y en la confluencia de este río con el Bochil, en los sitios de muestreo III-G y XI-B.

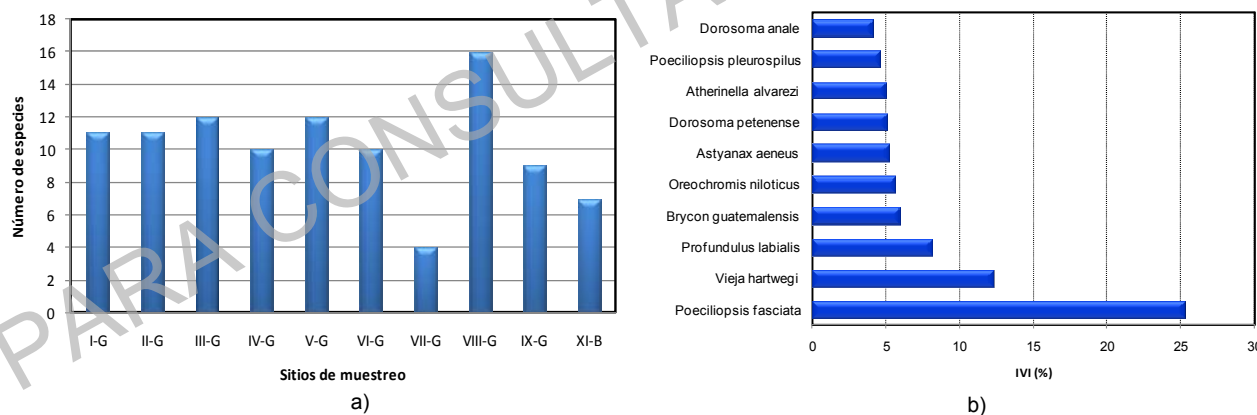


Figura 4.67 Riqueza de especies por sitio de muestreo (a) y especies dominantes (b) en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

Las especies dominantes resultaron *Poeciliopsis fasciata*, *Paraneetroplus hartwegi* y *Profundulus labialis*, que en conjunto representan casi el 50% del total del IVI (Índice de Valor de Importancia) (Tabla 4.48 y Figura 4.67).

Mientras que a nivel de sitios de muestreo se observó la dominancia de *Poeciliopsis fasciata* y de *Paraneetroplus hartwegi* en la mayor parte de los sitios ubicados sobre el cauce principal del río. Mientras que *Profundulus labialis* resultó la especie dominante en los sitios localizados en los afluentes del Grijalva.

Especies	Estaciones de muestreo									
	I-G	II-G	III-G	IV-G	V-G	VI-G	VII-G	VIII-G	IX-G	XI-B
<i>Poeciliopsis fasciata</i>	x	x	x	x	X	x		x	x	
<i>Paraneetroplus hartwegi</i>	x	x	x	x	X	x		x	x	x
<i>Atherinella alvarezi</i>	x	x		x	X	x		x	x	
<i>Brycon guatemalensis</i>		x	x	x	X	x		x	x	
<i>Oreochromis niloticus</i>	x	x	x	x	X	x		x		
<i>Astyanax aeneus</i>			x	x	X	x	x	x		x
<i>Dorosoma anale</i>		x		x	X	x		x	x	
<i>Petenia splendida</i>	x	x		x		x		x	x	
<i>Poeciliopsis hnlickai</i>	x	x	x		X		x	x		x
<i>Thorichthys helleri</i>	x		x	x	X			x	x	
<i>Profundulus labialis</i>	x		x		X		x	x		x
<i>Ictalurus meridionalis</i>	x	x							x	
<i>Parachromis managuensis</i>		x			X			x		
<i>Poecilia mexicana</i>					X	x		x		
<i>Poeciliopsis pleurospilus</i>			x				x	x		
<i>Rhamdia guatemalensis</i>		x	x	x						
<i>Cathorops aguadulce</i>	x									
<i>Cichlasoma grammodes</i>			x							x
<i>Dorosoma petenense</i>								x		
<i>Potamarius nelsoni</i>									x	
<i>Rhamdia laticauda</i>			x							
<i>Paraneetroplus synspila</i>	x									
<i>Poeciliopsis faciata</i>										x
<i>Brycon guatemalensis</i>										x

Tabla 4.47 Distribución de la ictiofauna en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

Especie	Biomasa (%)	Abundancia (%)	Frecuencia (%)	IVI (%)
<b><i>Poeciliopsis fasciata</i></b>	6,26	60,34	9,09	<b>25,23</b>
<b><i>Paraneetroplus hartwegi</i></b>	28,15	0,90	9,09	<b>12,72</b>
<b><i>Profundulus labialis</i></b>	7,78	11,68	5,05	<b>8,17</b>
<i>Brycon guatemalensis</i>	6,77	4,03	7,07	5,96
<i>Oreochromis niloticus</i>	8,27	0,53	8,08	5,63
<i>Astyanax aeneus</i>	3,66	5,95	6,06	5,22
<i>Dorosoma petenense</i>	12,14	2,03	1,01	5,06
<i>Atherinella alvarezi</i>	7,20	0,81	7,07	5,03
<i>Poeciliopsis pleurospilus</i>	1,31	9,60	3,03	4,65
<i>Dorosoma anale</i>	6,03	0,28	6,06	4,12
<i>Petenia splendida</i>	1,68	0,42	6,06	2,72
<i>Poeciliopsis hnlickai</i>	0,13	1,22	6,06	2,47
<i>Ictalurus meridionalis</i>	4,26	0,06	3,03	2,45

Especie	Biomasa (%)	Abundancia (%)	Frecuencia (%)	IVI (%)
<i>Thorichthys helleri</i>	0,34	0,34	6,06	2,25
<i>Poecilia mexicana</i>	0,68	1,50	4,04	2,07
<i>Parachromis managuensis</i>	1,34	0,12	4,04	1,83
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	1,35	0,11	3,03	1,50
<i>Potamarius nelsoni</i>	0,81	0,02	1,01	0,61
<i>Paraneetroplus synspila</i>	0,70	0,02	1,01	0,57
<i>Cathorops aguadulce</i>	0,69	0,02	1,01	0,57
<i>Hyporhamphus mexicanus</i>	0,23	0,16	1,01	0,47
<i>Cichlasoma grammodes</i>	0,24	0,08	1,01	0,44
<i>Rhamdia laticauda</i>	0,00	0,02	1,01	0,34

Tabla 4.48 Dominancia por especie dentro del SAR PH Chicoasén II, de acuerdo al IVI

### A.3 Diversidad

El sitio que presentó mayor diversidad ( $H'$ ) y equidad ( $J'$ ) fue Río Chicoasén (III-G), seguido de Río Grijalva-Cerro Blanco (IX-G) y Río Zacalapa-Vado de Tres Picos (Figura 4.68).

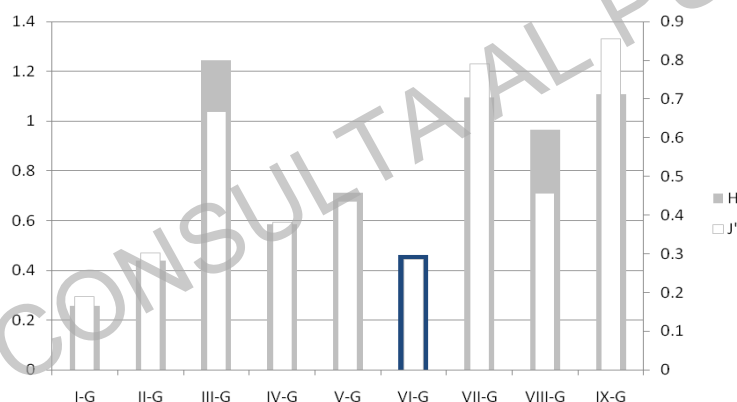


Figura 4.68 Diversidad por sitios de muestreo en el SAR PH Chicoasén II, Chis.

### A.4 Análisis de Similitud

El análisis de agrupamiento con base a la ictiofauna reveló que la cuenca del río Grijalva dentro del sistema ambiental regional, es una cuenca relativamente homogénea ya que solo se identificaron dos grupos de estaciones, el **grupo uno** formado por la mayor parte de los sitios ubicados sobre el cauce principal del río, caracterizados por presentar especies ampliamente distribuidas a lo largo de la cuenca, mientras que el **grupo dos** está formado únicamente por el sitio VII (Río Zacalapa-Vado de Tres Picos), el cual presentó la menor riqueza específica dentro del SAR (Figura 4.69).

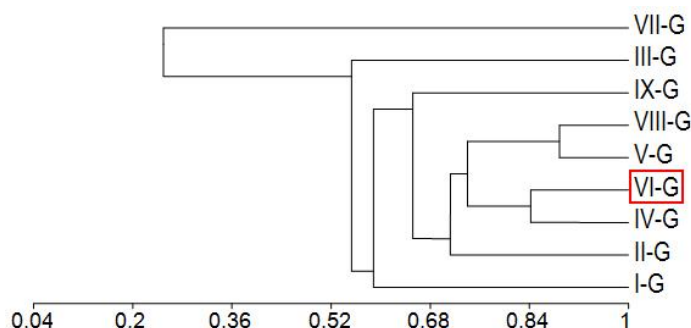


Figura 4.69 Dendrograma de similitud de los sitios de muestreo del SAR PH Chicoasén II con base en la ictiofauna.

**B. Crustáceos**

De este grupo únicamente se identificaron cuatro especies pertenecientes a dos familias y tres géneros (Tabla 4.49).

Infraorden	Familia	Genero y especie
Astacidea	Cambaridae	<i>Procambarus cf sbordonii</i>
Brachyura	Pseudothelphusidae	<i>Potamocarcinus hartmanni</i> Pretzmann 1975
		<i>Potamocarcinus magnus</i> (Rathbun 1895)
		<i>Raddaus bocourti</i> (Milne-Edwards 1866)

Tabla 4.49 Especies de crustáceos recolectadas en el SAR PH Chicoasén II, Chis.

**B.1 Distribución**

Las especies más ampliamente distribuidas fueron *Potamocarcinus magnus* y *P. hartmanni* al ser localizadas en cuatro y tres de los 10 sitios, respectivamente, mientras que el resto solamente en un sitio (Tabla 4.49Tabla 4.50,). La distribución de las especies del género *Potamocarcinus* seguramente está subestimada, ya que son especies comunes a lo largo del río Grijalva, sin embargo, el muestreo es difícil debido a sus hábitos crípticos y nocturnos.

Especie/Sitio	I-G	II-G	III-G	IV-G	V-G	VI-G	VII-G	VIII-G	IX-G
<i>Potamocarcinus hartmanni</i>			x					x	x
<i>Potamocarcinus magnus</i>	x	x				x			x
<i>Procambarus cf sbordonii</i>							x		
<i>Raddaus bocourti</i>							x		

Tabla 4.50 Distribución de crustáceos decápodos en el SAR PH Chicoasén II, Chis.

**B.2 Diversidad y abundancia por sitios**

Los datos cuantitativos para crustáceos decápodos son difíciles de obtener debido a sus hábitos crípticos y nocturnos lo cual dificulta el muestreo, por lo cual no se presentan datos de estas variables. Sin embargo, es de esperar que la diversidad de decápodos sea baja, ya que dominan las especies del género *Potamocarcinus*, a lo largo del río Grijalva.

### 4.2.3. Medio socioeconómico

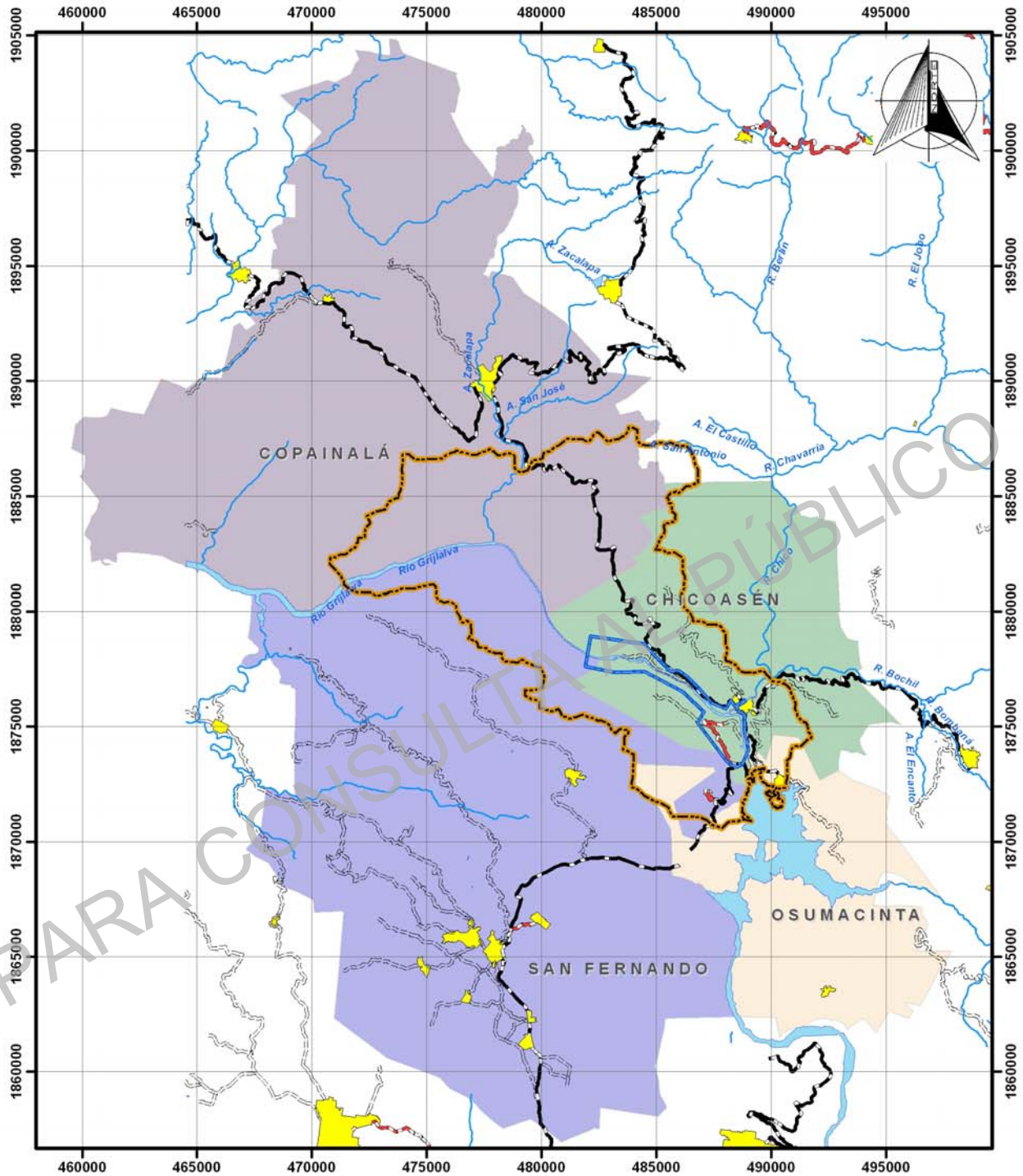
Para efectos de caracterizar la zona de influencia del P.H Chicoasén II, se partió del análisis general del área definida como Sistema Ambiental Regional (SAR) hasta la particularización de la zona de influencia directa e indirecta.

El área delimitada para el SAR del P.H Chicoasén II involucra al territorio de cinco municipios: Coapilla, Copainalá, Chicoasén, Osumacinta y San Fernando y a 28 localidades que albergan a 8 468 habitantes (Tabla 4.51, y anexo) los cuales pertenecen a la Región Económica III denominada Mezcalapa. Sin embargo, la zona de influencia directa delimitada para el PH Chicoasén II involucra principalmente al municipio de Chicoasén y probablemente a una pequeña parte del municipio de San Fernando (Figura 4.70).

Municipios	Superficie en el SAR (ha)	Porcentaje	Localidades
Copainalá	6 551,41	39,19	16
Coapilla	372,2	2,23	0
Chicoasén	5 330,43	31,88	8
Osumacinta	771,31	4,6	3
San Fernando	3 691,91	22,1	1

Tabla 4.51 Distribución municipal de la superficie del SAR PH Chicoasén II

De acuerdo al número de habitantes en las 28 localidades ubicadas dentro del SAR (ver capítulo 8, inciso 8.2.5.7), la densidad de población sería de 50 habitantes por km<sup>2</sup>, sin embargo la mayor parte de la población se concentra en las microcuencas de la margen derecha del río Grijalva y en las cabeceras municipales de Chicoasén y Osumacinta, lo cual se debe a la facilidad de comunicación y acceso por la existencia de la carretera estatal que comunica a éstas con la capital del estado (Figura 4.71).



SIMBOLOGÍA

- |                                  |                   |              |
|----------------------------------|-------------------|--------------|
| SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) | VIAS TERRESTRES   | MUNICIPIOS   |
| ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA       | CARRETERA ESTATAL | SAN FERNANDO |
| RIOS                             | CARRETERA FEDERAL | CHICOASÉN    |
| EMBALSE CHICOASÉN                | TERRACERÍA        | COPAINALÁ    |
| ÁREAS URBANAS                    |                   | OSUMACINTA   |
- PROYECCIÓN/DATUM: UTM/WGS84

Figura 4.70 Localización municipal del SAR del PH Chicoasén II, Chis.



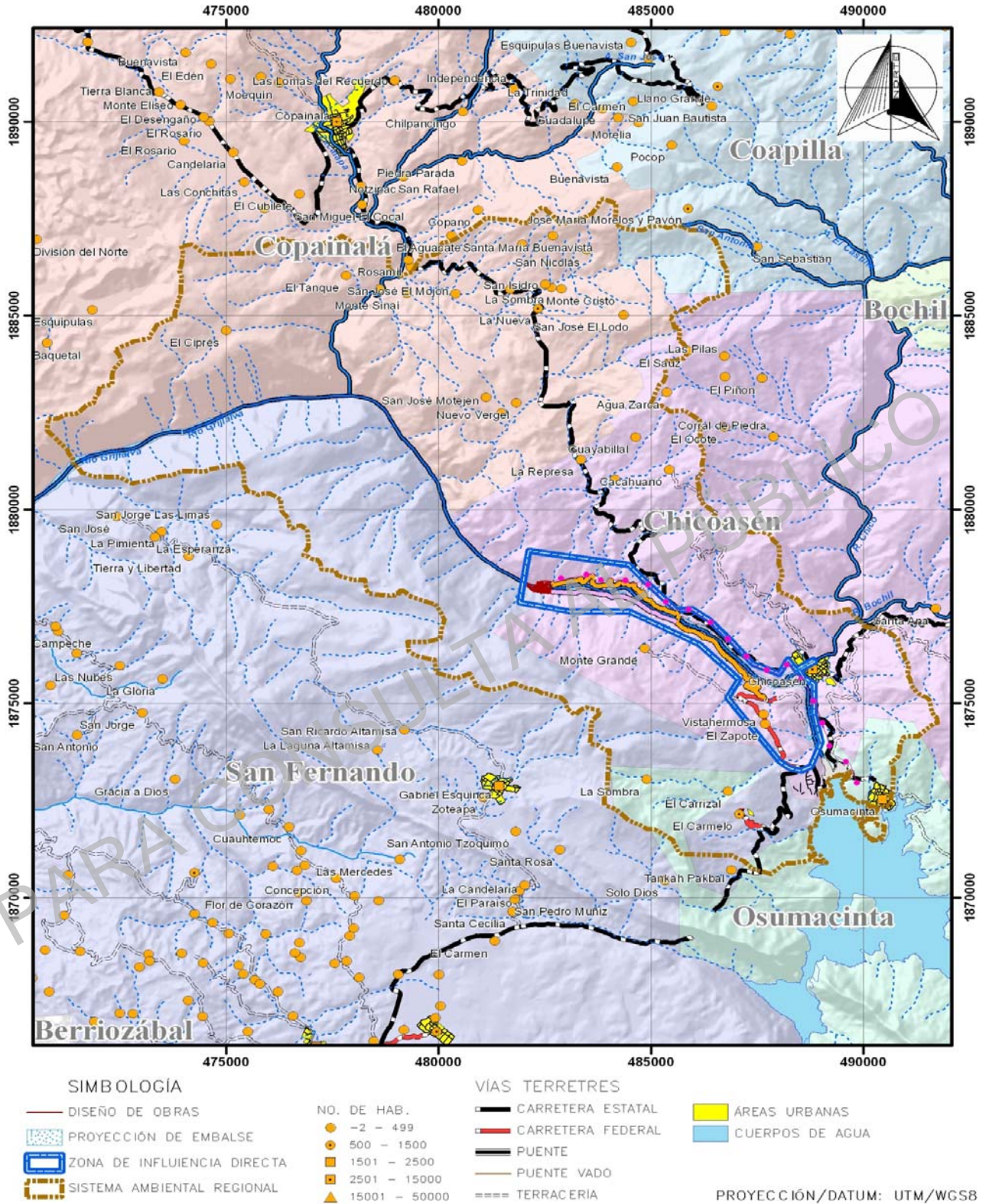


Figura 4.71 Distribución de la población en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

#### 4.2.3.1. Aspectos socioeconómicos regionales (SAR)

Las cabeceras municipales son concentraciones urbanas de población, los cuales proporcionan los servicios básicos como agua entubada, drenaje, energía eléctrica y de recolección de basura. Sin embargo, para las localidades con menor población, contar con estos servicios es más limitado. De esta manera el abastecimiento de agua es a través de norias o pequeños manantiales, no cuentan con red de drenaje y para el desecho de residuos sólidos no existe un servicio municipal, por lo que la tendencia es el depósito a cielo abierto, quemarlos y en el mejor de los casos enterrarlos. La energía eléctrica es el único servicio que cubre más del 95% de las viviendas en la región (ver capítulo 8, inciso 8.2.5)

Los servicios de salud en las localidades del SAR son básicos, restringiéndose a la consulta externa, el 72,91% carece de derecho habiente. Las causas de mortalidad y morbilidad se centran principalmente en enfermedades respiratorias e intestinales. Las tasas de mortalidad general van de 2,98 a 4,13 por cada mil habitantes.

Los indicadores de analfabetismo muestran un porcentaje importante en el SAR, de 15,98% en la población de 15 años y más. El 10,19% de la población masculina y el 19,96% de la femenina son analfabetas. La población sin escolaridad es de 15,64%; con educación básica el 22,72% y postbásica del 1,9%.

La condición de la población en esta área es predominantemente rural, sus actividades productivas están enfocadas al sector primario, básicamente a la agricultura de maíz de temporal, ganadería extensiva y pesca con fines de autosubsistencia. El comercio formal e informal empieza a ser una fuente importante de ingresos, particularmente en las cabeceras municipales como Chicoasén, sin embargo, históricamente en Copainalá y San Fernando ha sido una actividad representativa.

En esta zona se detectaron alrededor de 17 sitios de pesca, los cuales se mencionan a continuación: Chicoasén II, El Remansón, La Canastilla, Agua Salada, La China, Jícara, Guayabita, El Guaje, Banco 5, Banco 6, Río Chiquito, El Carrizal, Boca del túnel, Tres Puntos, La Pochota, La Poza y Coquetexcuy.

A nivel regional la producción de maíz y frijol de temporal ha ido en decremento en valor, superficie sembrada y cosechada (2001-2008) (Tabla 4.52). Este aspecto refleja la falta de apoyos al campo (créditos y asistencia técnica) u otras alternativas de desarrollo local y sustentable. Dependiendo de sus intereses y posibilidades, los ejidatarios usan sus terrenos para la agricultura, ganadería extensiva o como reserva de leña. En la dinámica socioproductiva y de autosubsistencia se expresa la siguiente lógica de uso: la agricultura al tener menor valor, tiene un significado de subsistencia y la ganadería aún con sus limitaciones de agua para el cultivo de pastos y de producción extensiva, se convierte en una opción de ingresos de acuerdo a lo que cada campesino pueda invertir en ella. En los últimos 10 años la ganadería a nivel municipal del SAR tiene un ligero repunte. Los agricultores manifiestan el alto costo de insumos para la producción como los fertilizantes, además de señalar la existencia de plagas.

Datos	Chicoasén	Osumacinta	Copainalá	San Fernando
Superficie sembrada (ha)	1 000,00	2 500,00	5 528,00	5 154,00
Superficie cosechada (ha)	1 000,00	2 500,00	4 141,27	5 104,00
Producción (T)	460	1 800,00	6 422,90	5 843,00
Rendimiento (T/ha)	0,46	0,72	2,9	4,43
Valor producción (Miles de pesos)	1 288,00	5 040,00	25 812,50	18 908,15

Tabla 4.52 Producción agrícola en los municipios del SAR PH Chicoasén II, Chis. (Fuente: Oficina Estatal para el Desarrollo Rural Sustentable de Chiapas, 2010 (OEIDRUS en línea).

#### 4.2.3.2. Aspectos socioeconómicos en la ZID.

De acuerdo al régimen de propiedad de la tierra, accesos a la zona, aprovechamiento de recursos, actividades económicas que se desarrollan dentro de la misma y concentración de servicios en la región, las localidades relacionadas con la zona de influencia directa del PH Chicoasén II son siete (Tabla 4.53).

Municipio	Localidad	Régimen de tenencia la tierra	Relación con la Zona de Influencia Directa (ZID)
Chicoasén	Chicoasén (cabecera)	Área urbana	Acceso a a la zona Concentración de servicios
	La Represa	Ejido	Aprovechamiento pesquero
	Santo Domingo	Propiedad privada	Ganadería extensiva y acceso a la zona por margen derecha.
	Monte Grande	Ejido	Acceso a la zona por margen izquierda. Terrenos con actividad agrícola y ganadería extensiva.
	Vistahermosa	Ejido	Acceso a la zona por margen izquierda. Terrenos con actividad agrícola y ganadería extensiva.
	El Juy Juy Campamento Militar	Federal	Acceso a la zona por margen izquierda.
Osumacinta	Osumacinta (cabecera)	Área urbana	Concentración de servicios

Tabla 4.53 Localidades relacionadas a la zona de influencia directa del PH Chicoasén II, Chis.

#### A. Dinámica de la población

La población total de las localidades incluidas en la tabla anterior es de 5 974 lo cual representa el 78,7% de la total del municipio de Chicoasén y el 53,3% del municipio de Osumacinta.

Las cabeceras municipales de Chicoasén y Osumacinta son las que concentran a la mayoría de la población, ambas albergan un total de 5 366 habitantes de los cuales 2 674 son hombres

y 2 692 son mujeres. Dichas cabeceras reúnen prácticamente al 90% de los habitantes relacionados a la ZID, debido a los servicios que ofrecen (básicos urbanos, administrativos, de comunicación, salud, educación etc.). Por otro lado, la localidad más pequeña es Santo Domingo pues se trata de una propiedad privada habitada únicamente por 11 personas de las cuales 6 son hombres y 5 mujeres. El resto de localidades pertenecen al ejido y municipio de Chicoasén, se trata de poblaciones pequeñas cuya población fluctúa entre los 61 y 267 habitantes (Figura 4.72).

Al comparar las dos cabeceras municipales, Chicoasén y Osumacinta, la primera es más grande ya que tiene mayor cantidad de habitantes. Por otra parte, la composición de la población masculina es ligeramente mayor en Osumacinta, en Chicoasén se presenta exactamente al contrario, esto puede deberse a las migraciones que se han dado por falta de empleo en la zona.

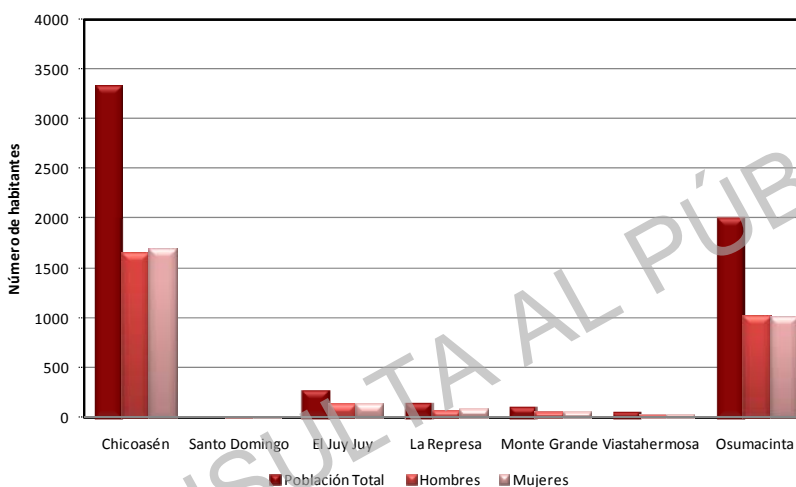


Figura 4.72 Estructura de la población en las localidades relacionadas a la ZID del PH Chicoasén II, Chis.

La construcción de la Central Hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres (CH Chicoasén) durante el periodo 1970-1980, fue un parteaguas histórico al constituirse como un detonador social y económico para una nueva reconfiguración de la zona. Importantes contingentes de trabajadores provenientes de distintos lugares del estado y el país, modificaron la dinámica poblacional de la región, en particular de los municipios de Chicoasén y Osumacinta, las cabeceras municipales. El poblado de Osumacinta fue reubicado totalmente al ser afectado por el embalse de la presa. Sin embargo, al término de la construcción de la obra y su entrada en operación en el periodo de 1980 a 1990, se registra una tasa de crecimiento negativa, debido a que ya no era requerida la mano de obra local y los trabajadores calificados tuvieron posibilidad de movilizarse a otros estados del país para trabajar en proyectos de la misma naturaleza.

Posteriormente, en el periodo 2000 a 2005 se presenta un nuevo aumento poblacional debido a la ampliación de la C.H. Chicoasén, que representó inversión y derrama económica en la región y requirió mano de obra local nuevamente, esto explica en gran medida el incremento y descenso de las tasas de crecimiento (Figura 4.73).

Como se observa, algunas localidades han mostrado un decremento en los últimos 5 años, debido a que las condiciones sobre todo de empleo han ido disminuyendo, la falta de apoyos para la producción agrícola es uno de los motivos de que se produzca únicamente para el

autoabastacimiento, por lo tanto, son localidades expulsoras de mano de obra, ya sea a nivel regional, estatal o internacional. Ésta suele presentarse como una alternativa económica.

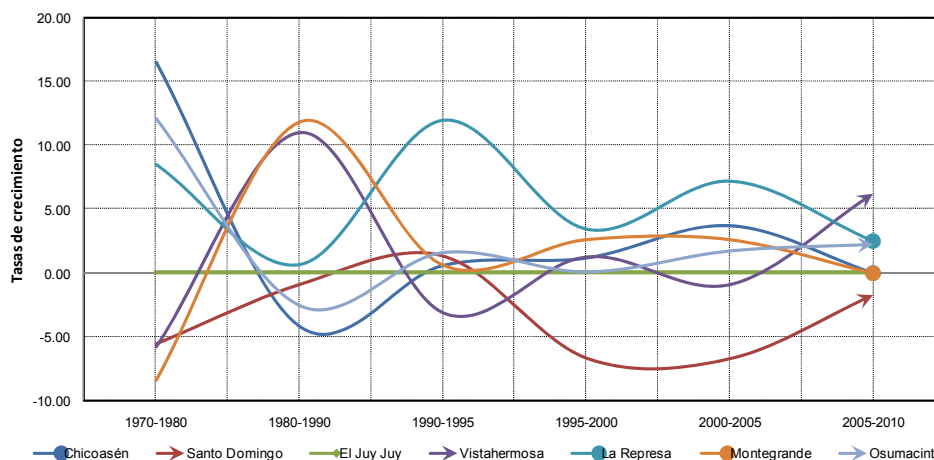


Figura 4.73 Tasas de crecimiento intercensal en las localidades relacionadas a la ZID del PH Chicoasén II, Chis.

**B. Salud**

Las comunidades Monte Grande y La Represa, no cuentan con clínica de salud y canchas deportivas. Respecto a la derechohabencia a servicios de salud, el total de población de la zona de influencia directa que es derechohabiente corresponde al 56,8%, el cual es cubierto principalmente por el seguro popular y el resto por el IMSS y el ISSSTE. La población sin derecho a los servicios es un 42,6% (Tabla 4.54)

En Chicoasén se cuenta con una clínica rural del IMSS con atención de un médico general y dos enfermeras, por su parte Vista Hermosa cuenta con una casa de salud del IMSS con atención de una enfermera y un promotor de acción comunitaria. Sobre El campamento militar Juy Juy no se tienen datos, pero por lo revisado en los tabulados básicos de INEGI (2010), la población en su totalidad tiene derecho a servicios de salud.

Localidad	Población			Instituciones de salud			
	Total	Derechoabiente	No derechoabiente	IMSS	ISSSTE	ISSSTE Estatal	Seguro popular
Chicoasén	3343	1570	1754	453	41	20	951
Monte Grande	115	55	60	2	0	0	53
La Represa	154	24	130	10	0	0	120
Santo Domingo	11	3	7	0	0	0	7
Vistahermosa	61	30	29	7	0	0	12
El Juy Juy	267	2	265	0	0	0	0
En el área	3951	1684	2245	472	41	20	1143
% en el área	100%	42,6%	56,8%	21,0%	1,8%	0,9%	50,9%

Tabla 4.54 Servicios de salud en las localidades relacionadas a la zona de influencia directa del PH Chicoasén II, Chis.

Las principales enfermedades dependen de la temporada del año, las más comunes son: 1) en temporadas de calor: faringitis y otras enfermedades respiratorias, principalmente resfriados y

2) en temporada de lluvias: enfermedades gastrointestinales como diarreas por salmonelosis y amibiasis (Trabajo de campo 2009).

A su vez se presentan 1 ó 2 casos de tuberculosis al año, el contagio muchas veces es a nivel familiar. Como enfermedades de transmisión sexual se reporta la Gonorrea, tratada principalmente en mujeres de entre 20 y 40 años de edad. Otros pacientes que acuden al servicio médico son los heridos por accidentes de trabajo, alrededor de un caso por semana. En promedio se presentan dos muertes al año por ahogamiento en el río durante en la fiesta Grande de Chicoasén (Trabajo de campo 2009).

### C. Servicios

Las fuentes de abastecimiento de agua para la cabecera municipal de Chicoasén son el manantial Tsitsay reconocido por los pobladores como “*agua limpia*” y el río Bombaná denominada como “*agua sucia*”, esta última se capta en el desfogue de la CH Bombaná y se conduce por tubería hasta Chicoasén, generalmente se ocupa en servicios sanitarios y limpieza. El suministro de “*agua limpia*” se realiza una vez por semana y en periodos de una hora. Otra fuente de abastecimiento local por medio de acarreo es el manantial del Señor del Pocito localizado en la margen izquierda del río Chicoasén. Cabe señalar que este manantial es de importancia religiosa.

El manantial Tsitay también abastece a Osumacinta, las otras localidades de influencia directa se abastecen de manantiales cercanos y La Represa además utiliza una noria.

La población de Chicoasén dispone de una red de drenaje cuya descarga final de las aguas residuales sin tratamiento se vierten al río del mismo nombre. Por su parte, la población de Osumacinta igualmente cuenta con una red de drenaje que descarga a una fosa séptica, el efluente de esta última descarga directamente al embalse de la presa Chicoasén. En las otras localidades de la zona de influencia las viviendas cuentan con letrinas y fosas sépticas.

Con respecto a la energía eléctrica, es el servicio con más amplio porcentaje de abastecimiento.

En relación a los residuos sólidos en las cabeceras municipales de Osumacinta y Chicoasén y en La Represa se lleva a cabo la recolección con camiones de volteo y su disposición final se realiza en tiraderos a cielo abierto. En las otras localidades no se realiza recolección de basura por lo que sus habitantes la entierran o queman en su traspatio. En la carretera Chicoasén-Copainalá es común observar varios tiraderos a cielo abierto.

### D. Marginación

Los indicadores de marginación que están definidos para México abarcan la infraestructura local que incluye caminos y medios de transporte; servicios de salud y educativos, vivienda y sus condiciones incluyendo servicios urbanos básicos como agua entubada, energía eléctrica y drenaje; población analfabeta y población sin educación básica terminada, entre otros.

En este sentido, las cabeceras municipales son aquellas que concentran la mayor cantidad de servicios y urbanización con respecto al resto de las localidades, por lo tanto, la cabecera de Chicoasén es considerada con un grado de marginación “Medio” y Osumacinta con un grado “Bajo”. Por otro lado, de las siete localidades relacionadas a la zona de influencia directa, 5 son catalogadas como de “Alta” marginación, y solamente El Juy Juy tiene un grado de marginación

“Muy Bajo” considerando que se trata de un campamento militar que cuenta con todos los servicios básicos urbanos, servicios educativos y de salud, etc (CONAPO 2005) (Figura 4.74).

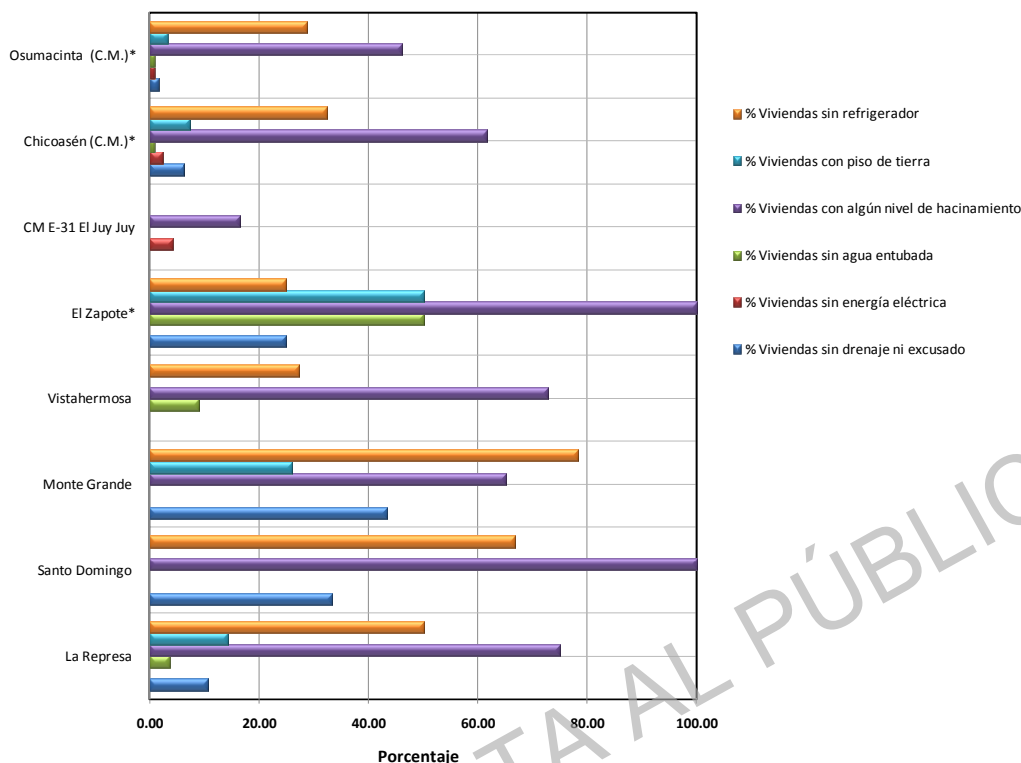


Figura 4.74 Indicadores de marginación en las localidades relacionadas a la zona de influencia directa

**E. Población Económicamente Activa (PEA)**

Según los datos arrojados del censo de 2010, en la zona de influencia directa la población económicamente activa (PEA) es de 2 010, de las cuales el 141 personas están desocupadas. De las personas desocupadas la mayor proporción es para Chicoasén con 91 personas y Osumacinta con 47, La Represa reporta 2 personas y El Juy Juy, solamente 1, las tres localidades restantes no reportan población desocupada (Tabla 4.55).

Localidad	PEA	PEA Ocupada	PEA desocupada
Chicoasén	1117	1026	91
Monte Grande	37	37	0
La Represa	47	45	2
Santo Domingo	4	4	0
Vistahermosa	20	20	0
El Juy Juy	71	70	1
Osumacinta	714	667	47
<b>Total</b>	<b>2010</b>	<b>1869</b>	<b>141</b>

Tabla 4.55 Población económicamente activa, ocupada y desocupada en las localidades relacionadas a la zona de influencia directa (Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010).

De la zona de influencia directa, la mayor parte de la población ocupada se dedica a labores agropecuarias aunque no todos reciben ingresos por su trabajo, ya que las actividades son de autosubsistencia. Para el año 2000<sup>1</sup> se registró que en Chicoasén de 742 personas ocupadas, 118 no recibían ingresos por su trabajo (15,90%), En La Represa, 19 de 21 personas no recibía ingresos (94,47%), por otro lado en Monte Grande de 26 personas ocupadas, 18 no recibían ingresos (69,23%), para Vista Hermosa de 12 personas ocupadas, la mitad no recibía ingresos, finalmente, El Juy Juy de 133 personas ocupadas, solamente 1 no recibía ingresos (0,75%). El porcentaje total de población ocupada en la zona de influencia directa que no recibía ingresos fue de 17,34%.

El salario mínimo vigente para Chiapas en 2010 es de \$54,47, para este año un agricultor que sale a trabajar fuera de su comunidad puede percibir entre 70 y 100 pesos diarios; un peón de albañilería, obrero o carpintero entre 120 y 140 pesos diarios o 1500 quincenales.

Por otro lado, la canasta alimentaria rural por persona al mes tiene un valor de \$697,36 en el medio rural y de \$985,61 en el medio urbano (CONEVAL). Considerando el salario mínimo mensual de \$1 634 únicamente las personas que perciben más de dos salarios mínimos podrían cubrir la canasta básica. En este sentido, para la zona de influencia directa, sólo 283 personas en 2000 recibían más de 2 salarios mínimos, y la zona indirecta (Osumacinta), sólo 136 personas. A los gastos de alimentación tienen que ser agregados los de transporte, pasajes, aseo personal y salud.

#### F. *Actividades económicas del sector primario*

En la localidad de Monte Grande dedican 80 ha para cultivos, 40 ha al descanso y 50 hectáreas a la ganadería, por consiguiente se reporta a la agricultura de autoconsumo como la principal actividad; para el 2008 se registró una producción de 50 toneladas de maíz, 3 toneladas de frijol y en el ramo de la ganadería bovina se obtuvo una producción de 18 toneladas (Fuente: CADER 1, SAGARPA).

Los cultivos principales que se reportan son maíz y cacahuate, en menor grado árboles frutales, calabaza y minoritariamente para el cultivo de frijol, yuca, camote, melón y sandía. La mayoría tienen de 1 a 3 ha de terreno en la zona de influencia directa, sin embargo, tienen más terrenos en otras ubicaciones en donde ellos cultivan en mayor grado.

En La Represa el cultivo de maíz es también el cultivo principal, aunque no todos tengan terrenos propios, los consiguen prestados para cultivar. También se encontraron otros productos como el jocote. La población hace mención que algunos problemas asociados son las sequías por la falta de lluvias así como presencia de plagas.

En cuanto a la localidad de Santo Domingo sus terrenos localizados en la zona de influencia directa son de agostadero, los dueños de este predio tienen además otras propiedades o terrenos y se dedican a la producción de gallinas, cerdos y ganado. Es destacable el hecho de que Santo Domingo emplea jornaleros de comunidades cercanas como La Represa, los cuales viajan diariamente.

---

<sup>1</sup> Esta información es la más reciente de INEGI ya que sobre los datos económicos para el Censo 2010 aún no son publicados.



La actividad pesquera en la zona de influencia directa es realizada por personas de las localidades de Chicoasén, La Represa y Guayabilla. Actualmente están en proceso de consolidarse bajo una sociedad pesquera denominada “Chicoasén II”, la cual cuenta con 30 integrantes.

Por lo regular la actividad pesquera se realiza tres veces por semana, aunque hay personas que acuden diariamente, no tienen un horario específico. Normalmente pescan en grupos de tres personas y la cantidad de pesca oscila de 3 a 200 kg por día por grupo de pesca, tomando un promedio este sería de 35,5 kg. La mayor frecuencia de pesca se dedica a la venta (80%) y el resto es para autoconsumo. Tres de los asociados se dedican exclusivamente a la pesca.

El 72% de los pescadores pesca en el sitio denominado “Chicoasén II” y los otros lugares representan el 33%. Algunos problemas que los asociados expresaron son el nivel fluctuante del río que varía de acuerdo al funcionamiento de la Presa Chicoasén, pues cuando éste sube no se puede pescar; otros problemas asociados son la escasez del recurso por el incremento de pescadores.

En la localidad de La Represa, alrededor del 50% de las familias se dedican a esta actividad, y actualmente están en proceso de consolidarse como sociedad pesquera. En las zonas comprendidas como “Banco 6” hasta “Coquetexcuy” es el área en la que realizan dicha actividad, denominando la zona “Chicoasén II” como el área de mayor pesca.

En el caso de Osumacinta esta actividad se realiza en el embalse. Los 48 pescadores de este municipio se encuentran organizados, reconocidos y autorizados por la Secretaría de Pesca como Pescadores del Boquerón. Las especies que se capturan son: Tilapia (*Oreochromis niloticus*), chopa (*Aplodinotus grunniens*), tenhuayaca (*Petenia splendida*), zacatera (*Ciclasoma pearsei*), roncadora (*Potamarius nelson*), macabil (*Brycon guatemalensis*) y bagre (*Ictalurus furcatus*), el promedio anual de producción de los últimos cinco años es de 35 toneladas de pesca de escama, aunque también existen pescadores libres que realizan esta actividad con fines de autoconsumo. Esta agrupación cuenta con 27 embarcaciones y 300 redes agalleras.

En los municipios el aprovechamiento de especies forestales es incipiente y se limita a la extracción de leña, postes para la construcción y cercas. Recientemente la CONAFOR a través de su programa Proárbol y el Gobierno del Estado a través del Programa Bionenergéticos de Chiapas han promovido la plantación de piñón (*Jatropha curcas*), arbusto cuya semilla es utilizada para la producción de biodiesel. En el camino de terracería existente que conduce a la zona de estudio, se observan áreas recientemente desmontadas donde se sembró maíz y piñón.

#### **G. Actividades económicas del sector secundario.**

En la localidad “La Represa” se detecta otra actividad, el servicio de restaurantes, hay alrededor de cuatro negocios ofreciendo mariscos y carnes, además de otros productos de temporada, en la que aprovechando la ubicación de la comunidad, ya que la atraviesa la carretera, tienen clientela. También existen familias que se dedican a otros trabajos como: carpintería, albañilería y como jornaleros principalmente; estas personas también lo combinan con la pesca, la agricultura o los restaurantes.

Por otro lado, los ríos de la zona, y en particular el río Chico tienen demanda turística local como balnearios, especialmente en la primavera y verano. En el lugar denominado Piedra Coachi durante febrero y marzo se colocan alrededor de 40 palapas que dejan una derrama económica significativa para dichos comerciantes. En estos establecimientos se vende comida,

principalmente pescado. Otros visitantes al río provienen de estados como Tabasco, Puebla y Oaxaca.

En Osumacinta el embalse de la presa Chicoasén es considerado como un escenario paisajístico, adecuado para realizar actividades turísticas relacionadas principalmente con los paseos en lancha. Por lo que algunos pescadores de Osumacinta que poseen los permisos correspondientes se dedican a dar los recorridos en lancha en este embalse. A nivel local los ríos tienen un aprecio recreativo y de valoración hacia el agua como servicio para sus actividades cotidianas y agropecuarias.

**H. Migración como alternativa económica**

Ligada a la actividad económica se puede mencionar la migración en la que a través de entrevistas a 10 representantes de familias se reportó que el 40% ha tenido la necesidad de migrar por causas de trabajo. La migración ha sido estatal (Chicoasén, Tuxtla, Tonalá) y nacional (Monterrey, el DF, Cancún y Playa del Carmen), los trabajos que han llegado a realizar son de herrero principalmente, repartidor y ayudante de carpintero. La mayoría menciona que si tuvieran la oportunidad de migrar lo volverían hacer. En el ámbito rural algunas personas, como es el caso de Monte Grande y La Represa, en particular los hombres se contratan como mano de obra barata en zonas relacionadas con la construcción y el turismo (Cancún, Ciudad del Carmen, Huatulco, etc.), migrando primero a nivel intermunicipal y después interestatal. En Chicoasén se reporta un 8,2<sup>2</sup>% de migración. La migración que se presenta es de tipo temporal o de retorno. La población percibe que al menos 7 de cada 10 jóvenes (de entre 17 y 20 años de edad) migran en busca de empleo.

**I. Tenencia de la tierra**

De acuerdo con el registro nacional agrario, la zona de influencia directa del proyecto se divide en 3 tipos de propiedad; federal, ejidal y privada, siendo la propiedad ejidal la de mayor cobertura, pues un 39,4% de los terrenos que abarcará el proyecto son ejidales; en segundo lugar se tienen las zonas federales incluyendo la del cauce actual del río con un 37,9% % y en tercer lugar a la propiedad privada (22,7%) (Tabla 4.56).

Condición legal	Superficie (ha)	Porcentaje %
Ejidal (ejido Chicoasén)	374,4	39,4
Zona Federal	359,6	37,9
Propiedad Privada	215,6	22,7
Total	949,6	100,0

Tabla 4.56 Tipo de tenencia de la tierra y porcentaje de superficie de la zona de influencia directa del proyecto

<sup>2</sup> Información basada en datos del Censo General de Población y Vivienda, 2000. INEGI.

### 4.2.3.3. Aspectos socioculturales

Los municipios de Chicoasén y Osumacinta forman parte de las denominadas Montañas Zoques ubicadas en el extremo Noroccidental del Macizo Central de Chiapas, siendo sus límites el Río Grande de Chiapa (ahora denominado Río Grijalva) al Sur y al Oeste; las Llanuras del Golfo al Norte; y los valles que convergen en Simojovel y Huitiupan al Oeste. En la época prehispánica, el zoque se hablaba en una extensa región de la Sierra de Tecpatán, la Sierra de Tapalapa, la Depresión central y las Llanuras costeras del Golfo. El idioma permitió fortalecer las relaciones de intercambio comercial y de posibles alianzas entre distintos territorios y cacicazgos zoques, a veces rivales.

Las accidentadas Montañas Zoques dificultaban la comunicación, por lo que un punto de confluencia obligado fueron los puertos fluviales como el de Quechula. De esta manera los diferentes viajeros evitaban transitar por las pendientes escarpadas. Durante la época colonial, los españoles prestaron especial atención a las Montañas Zoques y zonas adyacentes, debido a su productividad y por constituir un amplio territorio con una misma lengua que facilitaba la comunicación y comercio. Durante los dos primeros siglos del periodo colonial, la región tuvo grandes transformaciones que incluyeron la división del territorio y la especialización productiva de acuerdo a los distintos pisos ecológicos de la zona (cacao, grana cochinilla, algodón y seda). Así, los frailes dominicos alteraron profundamente la distribución de la población uniendo unos pueblos con otros en lugares previamente poblados o a veces creando nuevos asentamientos. Los cinco primeros pueblos de la región (Osumacinta, Chicoasén, Copainalá, Tecpatán y Quechula) quedaron ubicados sobre el camino entre Tuxtla y el embarcadero de Río Grande para servir como lugares de descanso a viajeros y comerciantes. Para el Siglo XVIII las principales actividades económicas habían decaído lo mismo que su población. Actualmente, en la zona de influencia directa, las personas que hablan alguna lengua indígena mayores de 5 años, representan un 2,3% de la población. En la localidad de La Represa alrededor del 50% de los habitantes (ver capítulo 8, inciso 8.2.5).

Actualmente, lo que sobrevive de la tradición zoque es la fiesta tradicional que se realiza cada año en honor al Santo Patrono “Señor del Pocito” la cual se celebra durante siete días en la tercera semana de cuaresma. Involucra la visita al manantial “El Pocito” (221 msnm) al cual se le atribuyen propiedades curativas. Los devotos del santo patrono además de visitar la iglesia (del señor del pozo) y el manantial, nadan en el río (Bombaná) y comen en las palapas instaladas en su margen, principalmente pescado de la zona. Esta fiesta es un espacio cultural al que acuden indígenas Tzotziles y tzeltales de los altos de Chiapas e incluso mestizos de varias regiones y estados de la república.

### 4.2.4. Diagnóstico del Sistema Ambiental Regional del PH Chicoasén II

#### 4.2.4.1. Subsistema físico

La unidad de paisaje geomorfológico que domina en el SAR del PH Chicoasén II es el de montañas tectónico – erosivas kársticas; formadas por calizas, lutitas y limolitas-areniscas, en clima cálido subhúmedo.

Considerando la presencia de dos grandes cuerpos de agua artificiales (las presas de Malpaso y Chicoasén) en ambos extremos del SAR, los principales factores que determinan el tipo de clima, son la precipitación y temperatura. Ahora bien, basándose en los datos históricos, éstos

no han experimentado cambios sustanciales en el periodo analizado 1965 – 2009 ya que los valores de correlación ( $R^2$ ) son de 0,105 y 0,016 respectivamente (Figura 4.75 y Figura 4.76).

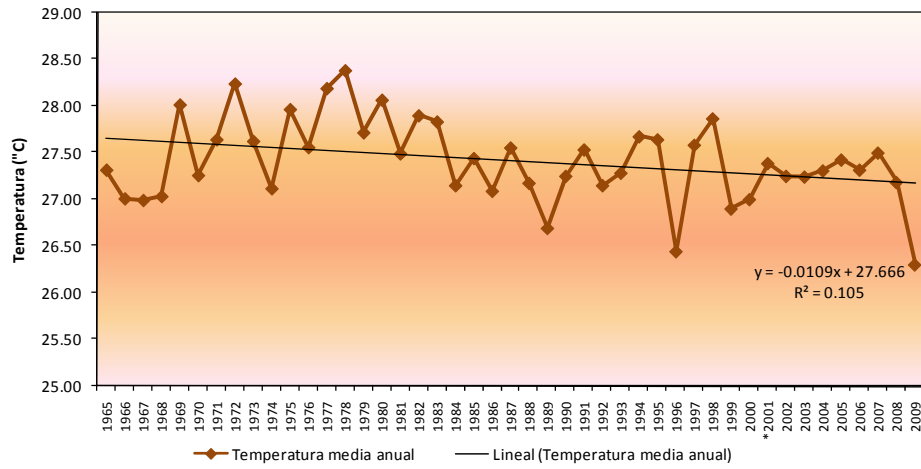


Figura 4.75 Análisis de correlación de las temperaturas medias anuales registradas e la EC Grijalva (1965-2009).

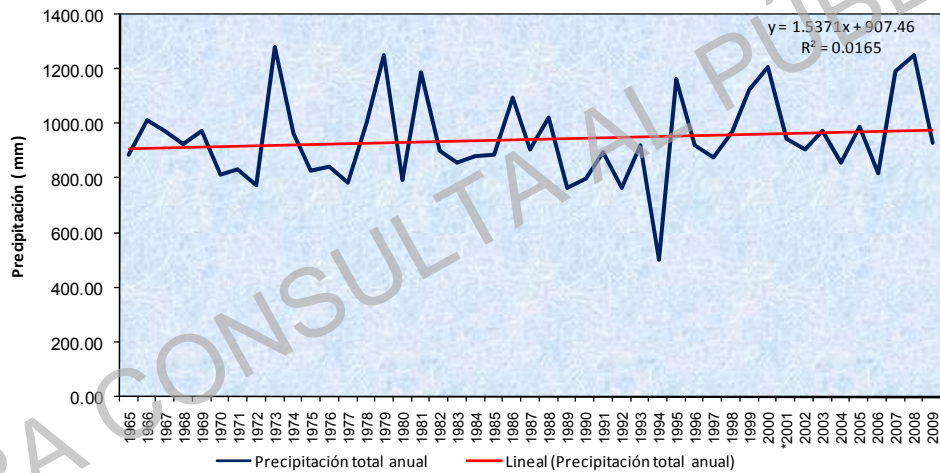


Figura 4.76 Análisis de correlación de la precipitación total anual registrada en la EC Grijalva (1965-2009).

Por su parte, la evaporación que es uno de los factores climáticos influenciados por los embalses, experimenta un ligero descenso pero de la misma manera no se observan cambios importantes en los últimos 30 años con la presencia de la presa Chicoasén (Figura 4.77).

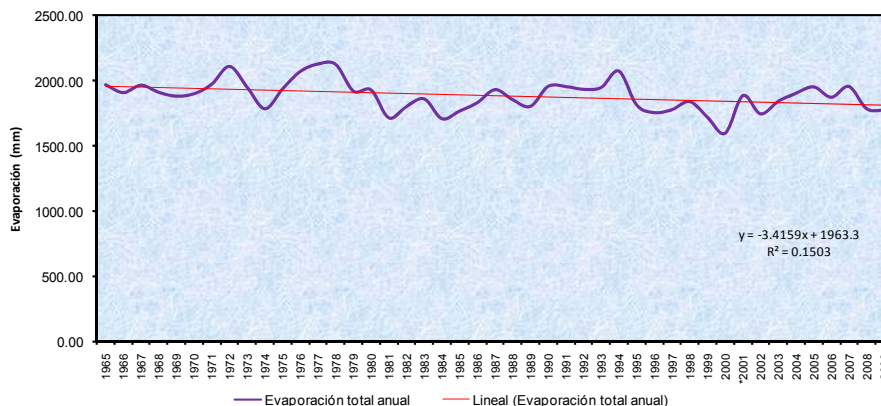


Figura 4.77 Análisis de correlación de la evaporación total anual registrada en la EC Grijalva (1965-2009).

El relieve en la región es abrupto y con fuertes pendientes con inclinaciones de 40° a 70°, sobre ambas márgenes del río Grijalva, aguas abajo del sitio propuesto para el proyecto hidroeléctrico Chicoasén II.

La mayor parte de los suelos en el SAR cuentan con una baja capacidad agrológica, debido a que éstos son en mayor proporción someros, con pendientes pronunciadas, alta pedregosidad y lo que es más importante, no son mecanizables, por lo que en su mayoría son utilizados para la producción ganadera extensiva y agricultura de temporal de subsistencia. Desde el punto de vista agrológico los suelos se ubican en general como de Clase VI- VIII, por esta razón se considera que su vocación es forestal. Estas condiciones propician una fragilidad alta de estos suelos, por lo que para su protección es necesario conservar la cubierta vegetal natural. Esto se confirma con el tipo de suelo desarrollado en la región y presente en la zona de estudio, el cual es dominado por los Leptosoles, que suelen carecer de horizontes B, con un espesor de algunos centímetros, por lo mismo son frágiles y poco aptos para las actividades agrarias, lo que confirma que deben reservarse para usos forestales.

Con respecto al segmento del río Grijalva en estudio su situación es la siguiente:

**Régimen hidrológico.**- El régimen natural de este tramo del río Grijalva fue inicialmente alterado al inicio de la década de los 70' con el llenado del embalse y entrada en operación de la Central Hidroeléctrica Angostura y posteriormente, al inicio de la década de los 80', con la entrada en operación de la Central Hidroeléctrica Chicoasén, de tal manera que en los últimos 30 años en este tramo de río, no se han registrado grandes inundaciones, las de pequeñas proporciones son escasas, predominando los pulsos altos (Figura 4.78) impuestos por la operación de la central hidroeléctrica, además no se presenta las variaciones estacionales entre la época de estiaje y la de lluvias a lo largo del año (Figura 4.79). Por consiguiente actualmente la fluctuación del flujo del río es diaria y está determinada por la operación de la CH Chicoasén.

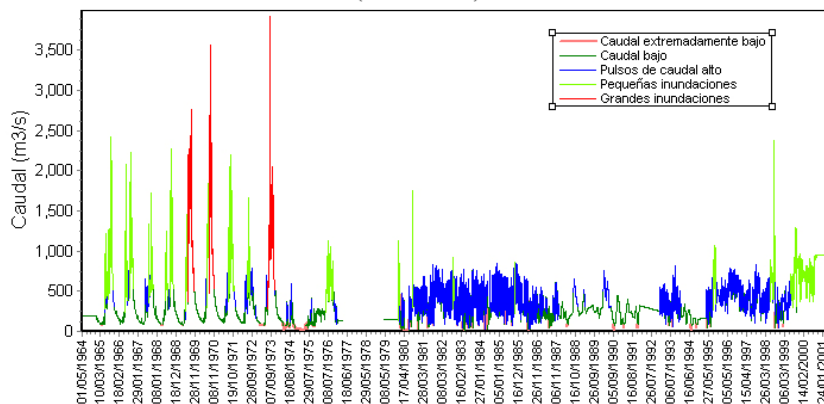


Figura 4.78 Caudales históricos registrados en la EH El Grijalva en el periodo 1964-2001

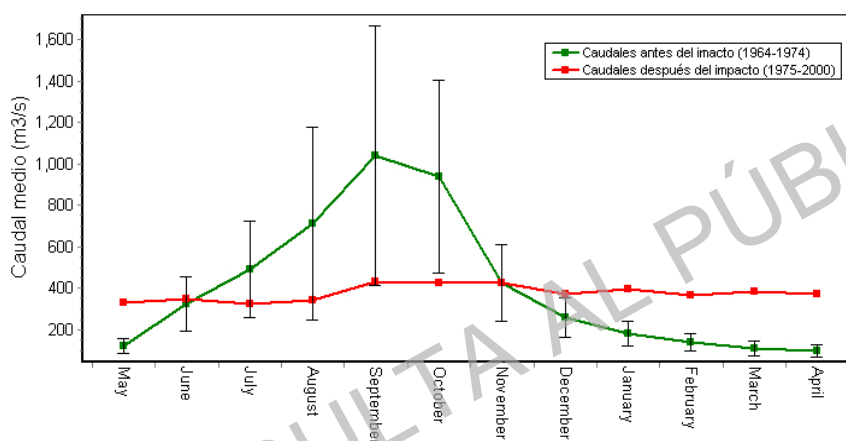


Figura 4.79 Comparación de los caudales mensuales registrados en la EC Grijalva antes y después de la operación de la CH La Angostura

**Cauce y transporte de sedimentos.**- Los ríos transportan materiales disueltos y particulados que provienen de la cuenca de drenaje. En el caso que nos ocupa, los sedimentos de la cuenca alta son retenidos en primera instancia en el embalse de la presa La Angostura, de esta manera el agua turbinada va libre de sedimentos, por lo que los que llegan al embalse de la presa de Chicoasén, son arrastrados por la escorrentía de la cuenca propia entre el segmento de la CH La Angostura y este nuevo cuerpo de agua, quedando atrapados en el embalse de la presa Chicoasén. Por consiguiente la carga de sedimentos en el río Grijalva en el tramo de estudio depende prácticamente de las aportaciones de la cuenca del río Chicoasén (subcuencas de los ríos Chico y Bochil), los cuales a su vez sedimentan al llegar al embalse de la presa Malpaso.

Por lo anterior la morfología del cauce en este tramo del río es consecuencia de las variaciones diarias de su caudal. A lo largo del tramo en estudio, en los primeros nueve kilómetros donde la pendiente es mayor, es posible apreciar la formación de rápidos cuando la CH Chicoasén aporta el caudal turbinado y la lámina de agua ocupa todo el ancho del cauce, mientras que cuando esto no se presenta, la velocidad del agua disminuye y las zonas de remansos son más extensas.

De acuerdo a lo anterior, se concluye que la magnitud y la temporalidad del flujo de agua en el río Grijalva no están determinados por procesos naturales. El turbinado de la CH Chicoasén fija

el gasto fluvial y determina la heterogeneidad y características de los hábitats, así como la temporalidad de los usos directos e indirectos que de ellos hacen los organismos.

#### 4.2.4.2. Subsistema biótico

**Cambios de uso del suelo.-** En el Sistema Ambiental Regional al igual que otras regiones del Estado de Chiapas, ha experimentado en los últimos años la reducción de su cobertura vegetal original, lo anterior se puede confirmar al comparar la cartografía de vegetación y uso de suelo editada por el INEGI en sus series I (1975), II (2000) y III (2004) (Figura 4.80) en la cual se observa la reducción de las áreas con vegetación primaria, el incremento de la vegetación perturbada y de las áreas agrícolas. Lo anterior como resultado de las prácticas de ganadería extensiva y el desmonte para cultivos de temporal que al ser abandonados propician el desarrollo de nuevas comunidades de vegetación secundaria, como es el caso de la zona de influencia directa del PH Chicoasén II.

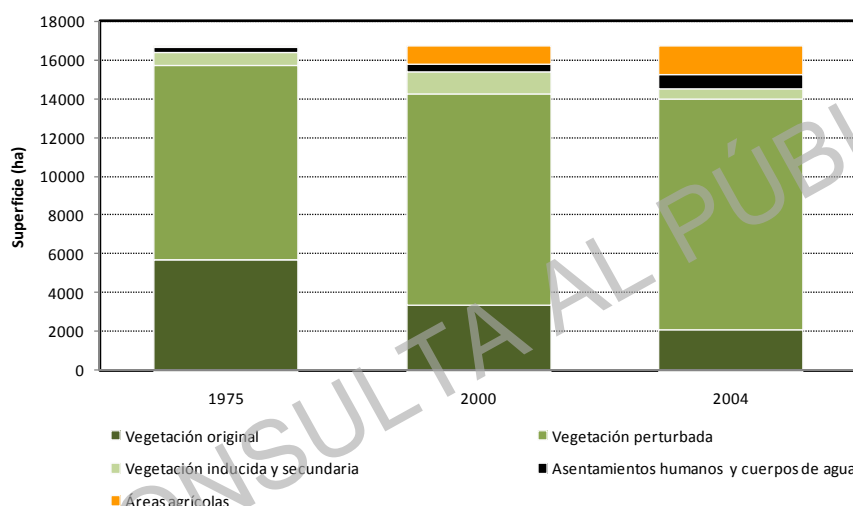


Figura 4.80 Evolución del uso del suelo y vegetación de acuerdo a la cartografía de INEGI

Sin embargo las zonas de difícil acceso no aptas para el desarrollo de la agricultura y ganadería por la fuerte pendiente que presentan como lo es el caso de ambas márgenes del río Grijalva, hacia agua abajo del PH Chicoasén II, existen relictos de la vegetación primaria en buen estado de conservación.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de Chiapas, elaborado por el Colegio de la Frontera Sur, por su vegetación, suelos, relieve y pendiente fue clasificada con fragilidad media y de acuerdo al uso antropogénico de sus recursos naturales se le clasifico con una calidad ecológica media (ECOSUR. 2005).

En términos de biodiversidad, el Estado de Chiapas es ampliamente reconocido a nivel mundial por su amplia riqueza en especies de flora y fauna, por lo que se le considera megadiverso. En este sentido, el área delimitada para el Sistema Ambiental Regional se encuentra colindando con el Parque Nacional Cañón del Sumidero, con el Área de Importancia para la Conservación de las Aves Laguna Bélgica-Sierra Limón, parte de su territorio forma parte de la Región Terrestre Prioritaria La Chacona-Cañón del Sumidero y de la Región Hidrológica Prioritaria Malpaso-Pichucalco. Con todo lo anterior, no se han disminuido las perturbaciones o presión humana sobre los recursos naturales; las perturbaciones antropogénicas de baja intensidad, pero con una alta frecuencia (ganadería extensiva, extracción de leña y apertura de claros para

cultivos), están modificando el patrón de dominio e interdependencia de unas especies sobre otras, debido a esto, la recuperación frente a los procesos de disturbio, puede ser lenta o nunca presentarse. Todo ello se agrava con las condiciones de relieve presentes en la Zona de Influencia Directa y el tipo de suelo. Estas perturbaciones se vienen agravando y continuarán conforme la población se incrementa, y la presión sobre los recursos naturales, no sea controlada por políticas sustentables.

La comunidad mejor representada en el SAR es la selva baja caducifolia tanto en riqueza y diversidad. Sin embargo la mayor parte de su extensión y distribución de esta comunidad vegetal y de las demás están completamente alteradas, principalmente por efecto de la agricultura y ganadería. Sin embargo, pueden hallarse pequeños fragmentos de bosque, algunos en recuperación, que conservan componentes arbóreos que se encargan de mantener la estructura y fisonomía de los bosques primarios, principalmente en áreas con fuertes pendientes. La similitud florística de esta área con otras adyacentes tal como el cañón del sumidero es muy baja (17%), incluso aun comparándolo a nivel de género (30%). Este puede deberse a dos posibles explicaciones: a) la extensión de las selvas del cañón del sumidero exceden los 1100 m, mientras que la selva baja caducifolia en el SAR se encuentra en promedio entre los 200 y 700 m de altitud, b) el grado de alteración y/o disturbio antropogénico ha provocado que muchas especies que constituyen las comunidades primarias hayan sido reemplazados por especies de vegetación secundaria.

En el componente de fauna terrestre, se encontró que dentro del sistema ambiental regional (SAR) del PH Chicoasén II, se registraron siete especies de anfibios, 29 especies de reptiles, 89 especies de aves y 36 especies de mamíferos. Obteniendo un total de 161 especies de vertebrados terrestres, representando el 21% de la riqueza de fauna de vertebrados terrestres existentes en Chiapas. De los sitios muestreados, los de mayor riqueza fueron los ubicados en la zona de influencia directa, esta es la zona del río con mayor influencia humana debido a la facilidad y existencia de accesos; por esta misma razón es aquí donde el esfuerzo del muestreo fue más intenso.

Las asociaciones vegetales con mayor riqueza y diversidad de especies de vertebrados terrestre fueron la selva baja caducifolia y el bosque ripario.

En función de lo encontrado en el inventario ambiental del SAR del PH Chicoasén II y con base al análisis de riqueza y diversidad de la fauna terrestre, cabe destacar que el 9,93% de las especies de vertebrados terrestres registradas se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, estas presentan una distribución relativamente amplia en el estado de Chiapas y en Centroamérica.

Comparando la riqueza y diversidad de esta región con la reportada para el área natural protegida más cercana el Parque Nacional Cañón del Sumidero (CONANP 2007), encontramos que en el SAR es menor, principalmente en la riqueza de aves ya que el número de especies registradas para el SAR del PH Chicoasén II representa el 25% del total registrada para el ANP, le siguen los mamíferos (52%), destacando nuevamente la riqueza de especies de reptiles ya que representa el 87% con respecto a los reportados para el Cañón del Sumidero.



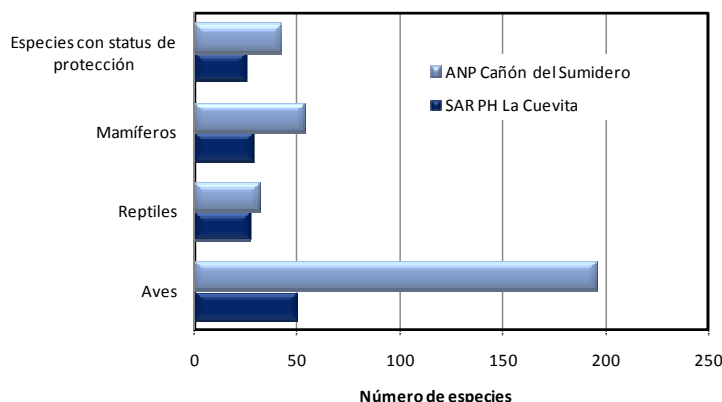


Figura 4.81 Comparación de la riqueza de vertebrados terrestres del SAR y el ANP Cañón del Sumidero

En lo que respecta a la riqueza de la ictiofauna registrada para el SAR esta es considerablemente inferior comparada con la reportada por Rodiles-Hernández R (2005) para las regiones Hidrológicas Grijalva-Usumacinta y Costa de Chiapas, incluso es inferior a la registrada en las presas Malpaso y Angostura (Figura 4.82).

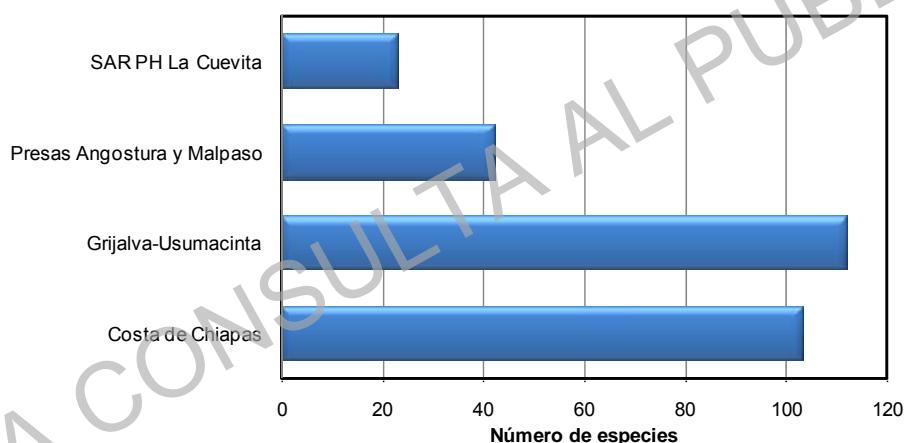


Figura 4.82 Comparación de la riqueza de peces del SAR con otras Regiones Hidrológicas de Chiapas.

Relación de la ictiofauna del SAR con el Grijalva.

El análisis de agrupamiento con base a la ictiofauna reveló que la registrada en el río Grijalva en el SAR, es muy similar al resto de la cuenca del Grijalva, ya que comparten el 80 % de sus especies; asimismo su relación faunística con el Cañón del sumidero (62 %), Presa Malpaso (61%), río Tecpatán (74 %) y Reserva Ecológica El Canelar (73 %) queda evidenciado por el alto porcentaje de sus especies compartidas (Figura 4.83).

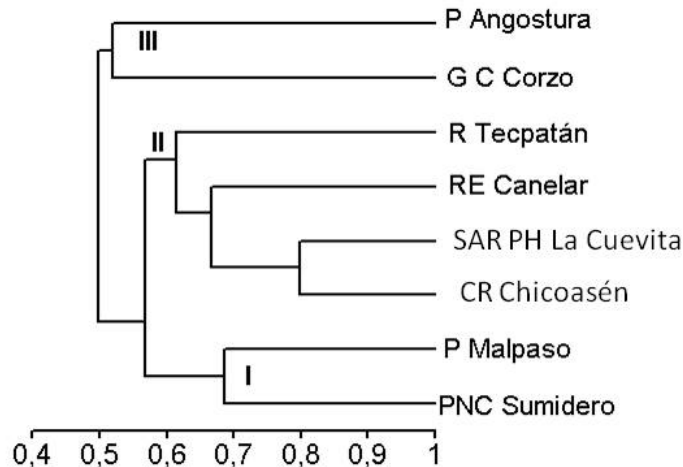


Figura 4.83 Análisis de similitud (Índice de Sorensen, método de agrupamiento: UPGMA), de diferentes sitios de la Cuenca del río Grijalva, con base en la ictiofauna registrada.

Se identificaron tres grupos de estaciones: uno formado por la Presa Malpaso y Parque Nacional Cañón del Sumidero (incluye a la presa Chicoasén) el cual mantiene una ictiofauna característica, dominada por las mojarra de agua dulce (Cíclidos), especies característica de los ambientes lóticos. El segundo grupo incluye a la cuenca del río Chico asen (Bombaná), el río Grijalva (SAR PH Chicoasén II) y el río Tecpatán, además de la reserva ecológica El Canelar las estaciones de la parte media de la cuenca (V, VI, VII y XII), dominadas por las especies (*P. labialis*, *P. punctatus*, *Astyanax aeneus*). Finalmente, el tercer grupo incluye a la parte alta de la cuenca del Grijalva, comprendida por la presa La Angostura y el área Grijalva-Chiapa de Corzo, las cuales se caracterizan por su menor diversidad ictiofaunística.

#### 4.2.4.3. Medio socioeconómico

En la región las tasas de crecimiento a disminuido en los últimos años, el mayor crecimiento se presentó de 1970 a 1980 ya que en este periodo prácticamente se duplicó el número de habitantes. Sin embargo dicho crecimiento se concentro en las cabeceras municipales de Chicoasén y Osumacinta, debido a la influencia de la llegada de grandes contingentes de trabajadores que participaron en la construcción de la central hidroeléctrica (Figura 4.84).

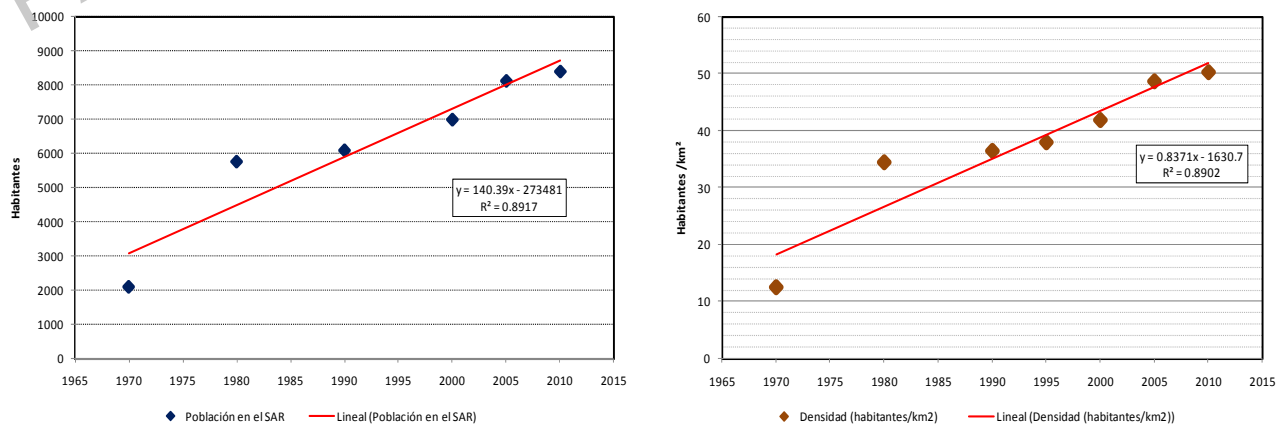


Figura 4.84 Tendencias del crecimiento de la población en el SAR del PH Chicoasén II, Chis.

Como resultado del crecimiento de la población, el número de habitantes por kilómetro cuadrado también se incrementa, sin embargo, la mayor concentración de población se presenta en las cabeceras municipales y en las microcuencas de la margen izquierda del río Grijalva.

Las principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería extensiva, ambas se practican en los alrededores de las localidades y en terrenos con menor pendiente; las prácticas agrícolas de roza, tumba y quema así como la ganadería extensiva son las principales causas de la transformación y perturbación de la vegetación original (Figura 4.85).

Los servicios con mayores deficiencias son los relacionados a la disposición de residuos, ya que las aguas residuales de las localidades de mayor concentración de población como lo es Chicoasén se disponen directamente al río sin ningún tratamiento. Con respecto a los residuos sólidos, los tiraderos a cielo abierto son comunes; tan solo en la carretera Chicoasén-Copainalá se encuentran algunos de estos (Figura 4.86); su acumulación, dispersión, descomposición y quema; trae como consecuencia la proliferación de fauna indeseable, deterioro del paisaje y contaminación de suelos y aire.



Figura 4.85 Apertura de nuevas espacios para el desarrollo de actividades agropecuarias



Figura 4.86 Tiraderos a cielo abierto en la carretera Chicoasén-Copainalá

Con respecto a la disponibilidad del servicio de agua en las viviendas, su deficiencia se debe a que los habitantes tiene la percepción de que tanto el río Chicoasén como el Grijalva están contaminados y por consiguiente el agua no es confiable para el consumo humano, por lo que han requerido de el desarrollo de infraestructura para captar el agua de fuentes más lejanas como lo es el arroyo Bombaná y el manantial Tzitay. Esta apreciación es correcta pues ambos cuerpos de agua presentan elevadas concentraciones de coliformes fecales, superiores a los límites permisibles establecidos en la normatividad vigente, lo cual a su vez es consecuencia de la inadecuada disposición de las aguas residuales urbanas.

De acuerdo a la análisis realizado, se concluye que a pesar de que esta región es clasificada por el Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de Chiapas, con fragilidad media y una calidad ecológica media; ambas márgenes del Grijalva en el tramo comprendido desde el sitio propuesto para el PH Chicoasén II hasta el embalse Malpaso, por su poca accesibilidad y fuerte pendiente se encuentra en mejor estado de conservación, se infiere aunque no fue posible muestrear esta zona por lo difícil de su acceso, que sus índices de biodiversidad sean mayores a los reportados en las zona de influencia directa del proyecto, por lo que su fragilidad y calidad ecológica es alta.

PARA CONSULTA AL PÚBLICO

### 4.3. REFERENCIAS

- Breedlove, D.E. 1986. **Flora de Chiapas. Listados Florísticos de México IV.** Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 pp.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. **Los mamíferos silvestres de México.** Serie de obras de ciencia y tecnología. Fondo de Cultura Económica-Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 986 pp.
- oCFE. 1995. **Informe sismológico de factibilidad del PH Copainalá, Chiapas.** Compilador H. Bravo. Serie Informes. CFE-GEIC\_Depto de Estudios Sismotectónicos. 19 pp.
- CONAGUA. 2001. **Consejo de Cuenca de los Ríos Grijalva y Usumacinta.** [En línea] Disponible en:  
[http://members.fortunecity.es/dbriones/cuenca/principal/Conoce/m\\_natural.html](http://members.fortunecity.es/dbriones/cuenca/principal/Conoce/m_natural.html) (20 marzo del 2011)
- CONAGUA. 2011. **Estadísticas del agua en México.** Ed. 2011. SEMARNAT-Comisión Nacional Del Agua. México. 132 pp. [En línea]. Disponible en:  
[<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/EAM2011.pdf>]
- D.O. 2007. **ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas Lagartero, Yayahuita, Zacualpa, Papizaca, Presa La Concordia, Selegua, San Miguel, La Concordia, Aguacatenco, Aguzarca, San Pedro, Grande o Salinas, Presa La Angostura, Hondo, Tuxtla Gutiérrez, Suchiapa, Santo Domingo, Presa Chicoasén, Chicoasén, Encajonado, Cintalapa, Soyatenco, Alto Grijalva, de La Venta, Chapopote, Presa Nezahualcóyotl, Tzimbac, Zayula, Presa Peñitas, Paredón, Platanar, Mezcalapa, El Carrizal, Tabasquillo, Cunduacán, Samaría, Caxcuchapa, Basca, Yashijá, Shumulá, Puxcatán, Chacté, de Los Plátanos, Tulija, Macuxpana, Almendro, Chilapa, Tacotalpa, Chilapilla, de La Sierra, Pichucalco, Viejo Mezcalapa, Azul, Tzanconeja, Perlas, Comitán, Margaritas, Jatate, Ixcan, Chajul, Lacanja, San Pedro, Laguna Miramar, Euseba, Caliente, Seco, Santo Domingo, Lacantún, San Pedro, Chixoy, Chocaljah, Chacamax, Usumacinta, Grijalva, Palizada, San Pedro y San Pablo, Laguna del Este, Laguna de Términos, Mamatel, Cumpan, Laguna del Pom y Atasta, mismos que forman parte de la porción de la región hidrológica denominada Grijalva-Usumacinta.** DIARIO OFICIAL. SEGUNDA SECCIÓN. 22 DE JUNIO 2007.
- DOF. 2010. **NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.** [En línea] Disponible en:  
<http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/normas/Normas%20Oficiales%20Mexicana%20Vigentes/NOM%20059%20SEMARNAT%202010%20PROTECCI%C3%93N%20AMBIENTAL%20ESPECIES%20NATIVAS%20DE%20M%C3%89XICO%20DOF%2030%20DIC%202010.pdf> (20 enero del 2011)
- ECOSUR. 2005. **Mapa Calidad Ecológica.** Calidad Ecológica conjunto de datos del Ordenamiento Territorial Estatal. 1a Edición. SEOP (Secretaría de Obras Públicas Gobierno del Estado Chiapas). México, San Cristóbal de las Casas. [En línea]

Disponible en:  
[www.ecosur.mx/servicios/anageografico.html](http://www.ecosur.mx/servicios/anageografico.html)

- ERSDAC. 2007. **ASTER GDEM readme file- ASTER GDEM version 1**. [En línea] Disponible en: [http://www.ersdac.or.jp/GDEM/E/image/ASTER%20GDEM%20Readme\\_Ev1.0.pdf](http://www.ersdac.or.jp/GDEM/E/image/ASTER%20GDEM%20Readme_Ev1.0.pdf) (15 de enero del 2010)
- García, E. 1998. **Climas (Clasificación de Koppen, modificado por García)**, **Escala 1:1 000 000**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México,
- INEGI. 1999 **Carta topográfica E15C51. Conjuntos de datos vectoriales en formato dxf escala 1:50 000**. VERSIÓN 4. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags., México
- INEGI. 2002. **Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000**. 1a Edition. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags., México
- INEGI. 2003. **Carta topográfica E15C49. Conjuntos de datos vectoriales en formato dxf escala 1:50 000**. VERSIÓN 4. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags., México
- INEGI. 2003a. **Carta topográfica E15D41. Conjuntos de datos vectoriales en formato dxf escala 1:50 000**. VERSIÓN 4. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags., México
- INEGI. 2004. **Carta topográfica E15C59. Conjuntos de datos vectoriales en formato dxf escala 1:50 000**. VERSIÓN 4. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags., México
- Jenness, J. 2006. **Topographic Position Index (tpi\_jen.avx) extension for ArcView 3.x, v. 1.3a**. Jenness Enterprises. Available at: <http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm>.
- Juárez P. J.R. et al. 2006. **Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la Evaluación de Impacto Ambiental en el Caribe Mexicano: Sistema ambiental Punta Bete – Punta Maroma**. SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. DGIRA. México. 112 pp.
- Krebs, C.J. 1999. **Ecological Methodology**. 2<sup>da</sup> ed. Benjamin Cummings, Menlo Park, California. 620 pp.
- Lorenzo, C., E. Espinoza, y J. Ortega. 2008. **Avances en el estudio de los mamíferos de México II**. Asociación Mexicana de Mastozoología. San Cristóbal de Las Casas, México. 691 pp.
- POET. 2005. **Programa Estatal de Ordenamiento Territorial Chiapas 2005**. Colegio de la Frontera Sur. [En línea] Disponible en: [http://www.ecosur.mx/images/stories/ecosur/Servicios/LAIGE/documentos\\_linea/docclip\\_df\\_peot.pdf](http://www.ecosur.mx/images/stories/ecosur/Servicios/LAIGE/documentos_linea/docclip_df_peot.pdf)

- Priego, P. A. G. Bocco, M. Mendoza y A. Garrido. 2010. **Propuesta para la generación automatizada de unidades de paisaje**. SERIE Planeación Territorial. SEMARNAT-INE, UNAM-CIGA. México. 104 pp.
- Priego-Santander A, A.G. E. Isunza-Vera, N. Luna-González, J.L. Pérez-Damián. 2003. **Mapas de Cuencas Hidrográficas, ángulo de la pendiente, Red de drenaje y disección Vertical de México a escala 1:250 000**. INE. [En línea] Disponible en: [<http://mapas.ine.gob.mx/website/cuencas>]
- SGM. 2005. **Carta Geológica-Minera Tuxtla Gutiérrez E15-11, Chis., Esc. 1:250,000**. Servicio Geológico Mexicano. 1ª Edición. Pachuca, Hgo., México.
- SGM. 2005a. **Carta Geológica-Minera Villahermosa E15-8, Tab., Esc. 1:250,000**. Servicio Geológico Mexicano. 1ª Edición. Pachuca, Hgo., México.
- SSN. 2011. **Regiones sísmicas de México**. Información General-Temas de Sismología. Página WEB del Servicio Sismológico Nacional [En línea] Disponible en: [<http://www.ssn.unam.mx/>] [20 de abril del 2011].
- Suarez, G. y Z. Jimenez. 1986. **Sismos en la Ciudad de México y el terremoto de septiembre de 1985**. Cuadernos del Instituto de Geofísica. No. 3. [En línea] Disponible en: [<http://www.ssn.unam.mx/>] [20 de abril del 2011]

*PROYECTO HIDROELÉCTRICO CHICOASÉN II*

# CAPÍTULO V

*IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS  
IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL  
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL*



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS

**CFE** *Una empresa  
de clase mundial*



## CONTENIDO

5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	4
5.1. Identificación de Impactos Ambientales	4
5.1.1. Listas de Chequeo	4
5.1.1. Indicadores de impacto	10
5.2. Valoración y caracterización de impactos ambientales	11
5.3. Descripción de impactos	14
5.3.1. Etapa de Preparación de Sitio y Construcción	14
5.3.1.1. Factor Vegetación terrestre y acuática	14
5.3.1.2. Fauna terrestre	16
5.3.1.3. Factor Paisaje	17
5.3.1.4. Factor Socioeconómico	18
5.3.1.5. Cultura	19
5.3.2. Etapa: Mantenimiento y operación	20
5.3.2.1. Factor Agua superficial	20
5.3.2.2. Factor Vegetación terrestre y acuática	22
5.3.2.3. Factor Fauna terrestre	23
5.3.2.4. Fauna acuática	24
5.3.3. Concentrado de Impactos potenciales	25
5.4. impactos residuales	27
5.5. impactos acumulativos	28
5.6. conclusiones	29
5.7. Referencias	31

CONTENIDO TABLAS

Tabla 5.1	Obras y actividades del PH Chicoasén II.....	4
Tabla 5.2	Lista de actividades potenciales generadoras de impacto .....	7
Tabla 5.3	Lista de los componentes del SAR potencialmente afectables por el PH Chicoasén II, Chis. ....	8
Tabla 5.4	Matriz de interacción del PH Chicoasén II .....	9
Tabla 5.5	Impactos potenciales y sus indicadores .....	11
Tabla 5.6	Escalas y valores asignados a los criterios de valoración de impactos.....	13
Tabla 5.7	Valores asignados al criterio de mitigación.....	13
Tabla 5.8	Resultados de la evaluación de los impactos potenciales en la etapa de Preparación de Sitio y Construcción. ....	26
Tabla 5.9	Resultados de la evaluación de los impactos potenciales correspondientes a la etapa de operación.....	27
Tabla 5.10	Clasificación de los impactos potenciales por etapa. ....	27

## 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Conforme a lo establecido en el artículo 12 párrafo V del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental en este capítulo se presenta la Identificación y Evaluación de impactos ambientales del Proyecto Hidroeléctrico Chicoasén II.

### 5.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

#### 5.1.1. Listas de Chequeo

Con la participación del equipo técnico responsable del diseño de las obras que constituyen al PH Chicoasén II y de acuerdo a la descripción de las mismas realizada en el Capítulo 2, se seleccionaron aquellas acciones del proyecto que potencialmente tendrán una interacción con alguno de los componentes del sistema ambiental (Tabla 5.1).

OBRAS	ACTIVIDADES ETAPA DE PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN														MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN			
	Adquisición de predios involucrados por el proyecto	Desmonte y despalme	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo	Uso y manejo de explosivos	Cortes, Nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación	Generación y disposición de residuos sólidos municipales	Generación y disposición de residuos industriales	Generación y disposición de aguas residuales	Generación y disposición de residuos peligrosos	Aclareo de vegetación	Contratación y utilización de mano de obra	Limpieza y habilitación de plataformas existentes.	Revestimiento y pavimentación	Disposición de material de excavaciones	Centro de obras provisionales (talleres, almacenes, campamentos)	Operación de central	Embalse	Generación de residuos peligrosos
<b>INFRAESTRUCTURA DE APOYO</b>																		
Caminos de acceso	X	X	X	X	X	X			X		X		X	X				
Almacenes de agregados	X	X	X	X	X	X			X		X		X	X				
Talleres			X			X	X		X		X	X		X				
Línea de transmisión			X			X			X	X	X							
Subestación de servicio	X	X	X	X	X	X			X		X			X	X			
Campamento y comedor para obreros	X	X	X	X	X	X		X	X		X			X	X			
Bancos de material			X	X	X	X			X		X			X				
Plantas de asfalto, agregados y concretos	X	X	X	X	X	X		X	X		X			X	X			
Oficinas técnicas y administrativas			X			X	X	X	X		X	X			X			
<b>TUNEL DE ACCESO</b>																		
Portales de entrada y salida	X	X	X	X	X	X			X		X			X				
Excavación y revestimiento de túnel			X	X	X	X		X	X		X			X				
<b>OBRA DE DESVÍO-VERTEDOR</b>																		
Canal de desvío	X	X	X	X	X	X		X	X		X			X				
Ataguías			X		X	X					X			X				
<b>OBRA DE CONTENCIÓN</b>																		
Cortina	X	X	X	X	X	X		X	X		X			X				
Galerías y lumbrera			X	X	X	X			X		X			X				
<b>OBRA DE GENERACIÓN</b>																		
Dispositivo de entrada y control del agua			X	X	X	X			X		X			X				
Casa de máquinas y tubos de aspiración			X	X	X	X			X		X			X				
Desfogue			X	X	X	X					X			X				
Subestación eléctrica			X			X			X		X			X				
<b>ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>																		
Central Hidroeléctrica Chicoasén II																X	X	X

Tabla 5.1 Obras y actividades del PH Chicoasén II

La siguiente tabla incluye el listado de acciones y/o actividades así como la descripción de los conceptos que se utilizaron para evaluar la importancia de los impactos.

No	Acciones	Conceptos a considerar en la evaluación
<b>ETAPA: PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN</b>		
1	Adquisición de predios involucrados por el proyecto	En este rubro se considera la compra, expropiación u ocupación temporal de una superficie de 234 ha, requerida para la construcción de las obras temporales y permanentes : Federal = 83,4 Propiedad privada = 38,2 Ejidal = 112,4
2	Desmonte y despalde	Esta actividad se realizará en cada una de las superficies requeridas para el desplante de las obras temporales y permanentes: Obras permanentes: 33 ha Obras temporales: 12,2 Superficie total a desmontar: 45,2 ha
3	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo	Para la construcción de cada una de las obras (temporales y permanentes se requiere el uso de maquinaria y equipo, así como el mantenimiento de cada una de ellas para asegurar el rendimiento y buen funcionamiento de las mismas. El desglose por obra es el siguiente: Infraestructura de apoyo (Línea de transmisión, subestación, almacenes, talleres, campamentos): 61 unidades Obra de desvío - vertedor: 24 Obra de contención - generación: 134 Total: 158 De acuerdo al programa de obra (Capítulo 2), esta actividad tendrá una duración máxima de tres años y medio (42 meses), sin embargo el número de unidades operando a lo largo de este tiempo es variable.
4	Uso y manejo de explosivos (excavaciones)	Se utilizará en las excavaciones subterráneas y superficiales, en la construcción de caminos, túnel de acceso, construcción de las obras civiles y explotación de bancos de materiales. Estas actividades tendrán una duración de 30 meses. El tipo y cantidad de explosivos es el siguiente: Dinamita Godyne 1" x 8" = 61 689 kg Agente explosivo Mexamón = 246 655 kg Cordón detonante = 362 917 m
5	Excavaciones, cortes, Nivelaciones, rellenos y compactación	En este rubro se consideran las excavaciones que se realizarán para el desplante de las obras, así como los cortes en el relieve del terreno natural (ambas márgenes del río) de acuerdo a las especificaciones técnicas de construcción y nivelaciones: Superficies: Obras permanentes: 23,3 ha Obras temporales: 3,5 ha Superficie total a nivelar y compactar= 26,8 Altura promedio de cortes = 31 m Altura máxima de cortes= 70 m
6	Generación y disposición de residuos sólidos municipales	Considerando una ocupación máxima de 2 016 trabajadores y una generación de 1,8 kg por día por trabajador, se espera una generación máxima de 3,6 t/día. La duración es de 42 meses, sin embargo la generación es variable de acuerdo a la cantidad de trabajadores contratados por avance de la obra.

No	Acciones	Conceptos a considerar en la evaluación
<b>ETAPA: PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN</b>		
7	Generación y disposición de residuos industriales	Residuos de la construcción de todas las obras. Tiempo = 42 meses
8	Generación y disposición de aguas residuales	Considerando una ocupación máxima de 2 016 trabajadores y una generación de 120 litros por día por trabajador. Generación máxima esperada por día 242 m <sup>3</sup> Temporal (42 meses)
9	Generación y disposición de residuos peligrosos	Aceites usados, estopas y trapos impregnados de aceite, filtros, baterías, solventes. Temporal (42 meses).
10	Aclareo de vegetación	Considera la poda y aclareo de vegetación de una franja de 5 m para el establecimiento de la línea de transmisión de servicio de, 2,65 km de longitud. Su trayectoria es siguiendo la línea de transmisión existente. Superficie de 1,32 ha
11	Contratación de mano de obra	Durante los 42 meses de construcción se considera una contratación máxima de mano de obra. Regional= 1 346 Foránea = 670 Total de mano de obra = 2 016
12	Limpieza y habilitación de plataformas existentes.	Retiro de hierbas, arbustos, muros, etc. Para la construcción de oficinas administrativas, comedor, talleres etc.
13	Revestimiento y pavimentación	Esta actividad se llevara a cabo en los caminos permanentes que se utilizarán en la etapa de de construcción y operación Superficie = 23,3 ha
14	Disposición de material de excavaciones	Volumen total = 950 157 m <sup>3</sup>
15	Retiro de obras provisionales (talleres, almacenes, campamentos)	Se refiere al desmantelamiento de la infraestructura de apoyo y/o temporal como son: oficinas, talleres, campamentos, almacenes, comedor etc.).
<b>ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>		
16	Embalse	En esta actividad se considera la inundación de una superficie de 188 ha, la cual tiene los siguientes usos: Agropecuaria, con cultivos y pastos = 12,1 Forestal (vegetación de selva baja caducifolia perturbada) = 66,8 Forestal (bosque de galería)=25,1 Cuerpo de agua = 84,0  Se considera que los escurrimientos que entran al vaso son los turbinados en la CH Chicoasén, los cuales son utilizados al 100%, no hay derrames por la obra de excedencias durante la operación normal. Por lo que las variaciones en los niveles del embalse son de entre los 206 m (NAMO) y los 205 m (NAMINO).  De acuerdo a los volúmenes de entrada al embalse y su capacidad de almacenamiento de 13,2 Mm <sup>3</sup> se estima que el tiempo máximo de retención hidráulica en = 8 hr Longitud del embalse 8,5 km.
17	Operación de la central	Vida útil de los componentes de la Central (casa de máquinas, cortina, subestación, vertedor) = 50 años. Generación de energía durante 16 horas diarias (igual al promedio que

No	Acciones	Conceptos a considerar en la evaluación
<b>ETAPA: PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN</b>		
		actualmente opera la Ch Chicoasén.
18	Generación de residuos peligrosos	Aceites usados, estopas y trapos impregnados de aceite, filtros, baterías, solventes. Por el mantenimiento a los equipos e infraestructura de la Central Hidroeléctrica

Tabla 5.2 Lista de actividades potenciales generadoras de impacto

Por otra parte, la información obtenida de la revisión bibliográfica así como la generada por los trabajos de campo, se integró utilizando como herramienta de análisis y para la generación de mapas temáticos un Sistema de Información Geográfico generado con Arc info versión 9,2, que además permitió sobreponer las obras del proyecto.

Una vez integrada la información técnica del proyecto y la de sistema ambiental regional descrito en el Capítulo 4, se realizó un taller de identificación de los factores relevantes y potencialmente afectables del SAR, con la participación del equipo de investigadores de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, quienes realizaron la caracterización y diagnóstico de los componentes del SAR. Como resultado de este taller se elaboró un listado de los componentes, factores y subfactores del Sistema Ambiental Regional potencialmente afectables por las acciones del proyecto (Tabla 5.3).

Subsistema	Componente	Factores	Subfactores
Físico-natural	Abiótico	Aire	Calidad
			Niveles de ruido
		Geomorfología	Relieve
			Pendientes
		Suelo	Calidad
		Hidrología	Calidad
			Drenaje superficial
			Transporte de sedimentos
	Régimen		
	Biótico	Vegetación terrestre y acuática	Selva baja caducifolia
			Especies NOM-059-SEMARNAT-2010
			Bosque de galería
		Fauna acuática	Hábitat lotico
			Especies NOM-059-SEMARNAT-2010
Fauna terrestre		Especies NOM-059-SEMARNAT-2010	
	Hábitat		
Perceptual	Paisaje	Unidades de paisaje	
Socioeconómico	Económico	Economía	Empleo
			Agropecuaria
			Pesquerías
			Turismo
			Comercio
			Tenencia de la tierra

Subsistema	Componente	Factores	Subfactores
			Ingresos
			Industria
	Social	Demografía	Población
		Cultural	Vida cotidiana
		Servicios e infraestructura	Servicio de agua potable
	Servicios de salud y educación		
			Vías de comunicación

Tabla 5.3 Lista de los componentes del SAR potencialmente afectables por el PH Chicoasén II, Chis.

Posteriormente se construyó una matriz de interacción, lo cual consiste en la conformación de un cuadro de doble entrada en una de las cuales se colocan las acciones del proyecto y en la otra los factores ambientales, ambas identificadas previamente (Tabla 5.2 y Tabla 5.3). En la matriz se señalan las casillas donde se identifica una interacción con un signo positivo (+) y un (-) negativo según sea el caso. Por otra parte si la actividad está regulada por la normatividad de acuerdo a lo descrito en el capítulo 3, entonces la celda se encuentra sombreada (Tabla 5.4).

Como resultado de lo anterior se obtuvieron 78 interacciones, de las cuales 69 son negativas, la mayor parte de ellas se concentra en los componentes de suelo, agua, fauna terrestre y paisaje, a su vez 14 se relacionan a actividades reguladas por la normatividad vigente.

Al mismo tiempo se detectaron 9 interacciones positivas las cuales se concentran en el subsistema socioeconómico. Las interacciones proyecto-entorno fueron analizadas y agrupadas de acuerdo a la modificación resultante para obtener como resultado la identificación de 40 impactos potenciales, 35 negativos y 5 positivos (Tabla 5.5).





### 5.1.1. Indicadores de impacto

De la misma manera se realizó otro taller con la participación de los investigadores de las distintas disciplinas, para llevar a cabo la identificación de los indicadores de los impactos ambientales reconocidos, los cuales permitirán su evaluación cuantitativa y/o cualitativa, tomando en cuenta las recomendaciones de la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (en línea). La tabla muestra los indicadores identificados para cada impacto.

Componentes	Impactos potenciales	Carácter	Indicadores
Aire	1. Emisiones a la atmosfera	Negativo	Niveles CO <sub>2</sub> , CO, Nx, partículas suspendidas
	2. Generación de gases de efecto invernadero	Negativo	GEI
	3. Incremento en los niveles de ruido	Negativo	Decibeles
Geomorfología	4. Modificación del relieve	Negativo	% pendiente
	5. Modificación e inestabilidad de taludes	Negativo	Altura, pendiente
Suelo	6. Incremento del proceso de erosión	Negativo	ha
	7. Contaminación de suelos	Negativo	ha
Agua superficial	8. Modificación en la calidad del agua	Negativo	ICA
	9. Modificación de la calidad del agua (eutrofización)	Negativo	Transparencia
	10. Alteración drenaje superficial	Negativo	ha
	11. Modificación del proceso de transporte y sedimentación	Negativo	m <sup>3</sup>
	12. Modificación del régimen de caudales en el río Grijalva, aguas abajo de la presa	Negativo	m <sup>3</sup> /s
Vegetación terrestre y acuática	13. Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia y bosque ripario	Negativo	ha
	14. Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia y bosque ripario por inundación	Negativo	ha
	15. Pérdida de individuos de especies incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Negativo	Riqueza y abundancia
	16. Inundación de individuos de especies incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Negativo	Riqueza y abundancia
Fauna acuática	17. Modificación y fragmentación de hábitat	Negativo	Longitud km
	18. Modificación de la distribución de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Negativo	Abundancia
Fauna terrestre	19. Muerte accidental y/o cacería de individuos de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Negativo	Numero sp potenciales
	20. Pérdida y perturbación de hábitat	Negativo	sup/tipo de hábitat
	21. Pérdida de hábitat por inundación	Negativo	sup/tipo de hábitat
Paisaje	22. Modificación del paisaje	Negativo	Fragilidad visual
Economía	23. Generación de empleos directos e indirectos	Positivo	No de empleos
	24. Afectación a las actividades productivas	Negativo	Toneladas
	25. Pérdida de sitios de pesca	Negativo	No de sitios, producción t/año
	26. Creación de pesca en el embalse	Positivo	Toneladas/ha

Componentes	Impactos potenciales	Carácter	Indicadores
	27. Incremento del potencial turístico	Positivo	Infraestructura
	28. Incremento en la demanda de bienes y servicios	Positivo	No de bienes y servicios
	29. Cambios en el tipo de propiedad	Negativo	ha/tipo de propiedad
	30. Ingresos a la economía local	Positivo	Índice de rentabilidad
Demografía	31. Modificación del proceso migratorio	Negativo	Tasa de migración
	32. Incremento en la densidad de población	Negativo	hab/km <sup>2</sup>
Infraestructura y servicios	33. incremento de infraestructura carretera	Positivo	Km
	34. Incremento en la demanda de agua potable	Negativo	m <sup>3</sup> /habitante
	35. Incremento en la demanda de servicios de salud y educación	Negativo	personal/hab Infraestructura local
	36. Incremento de enfermedades	Negativo	Enfermedades
Cultura	37. Modificación de los espacios recreativos	Negativo	No espacios
	38. Perturbación de la vida cotidiana	Negativo	No Localidades
	39. Incremento en el flujo vehicular	Negativo	No espacios

Tabla 5.5 Impactos potenciales y sus indicadores

## 5.2. VALORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Según Gómez Orea (2003), el valor de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del SAR, interpretar los resultados y prevenir los efectos negativos en el mismo. Por lo anterior, se utilizó una metodología que garantice la estimación de los impactos provocados por la ejecución del proyecto, incluyendo los impactos residuales y acumulativos y que permita reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración, determinando así las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SAR delimitado, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental relevante conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Esta metodología también permite evaluar los impactos con la aplicación de medidas de mitigación, es decir acciones específicas que permitan minimizar, disminuir o incluso prevenir los impactos; asimismo CFE integra en el desarrollo del proyecto las mejores prácticas ambientales que han sido establecidas e implementadas en otros proyectos similares.

Para la valoración de los impactos, se realizó un taller interdisciplinario en el cual participaron el equipo técnico de la CFE responsable del diseño del proyecto, así como el equipo de investigadores de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Cada uno realizó una

evaluación preliminar de los impactos potenciales, en base al análisis de la información de los capítulos 2 y 4 así como en su experiencia en la disciplina correspondiente.

Por otra parte también se valoraron los impactos ambientales utilizando la metodología propuesta por Bojorquez Tapia, *et al* (1998) adaptada al proyecto.

Los criterios de valoración empleados fueron los siguientes:

**Criterios básicos:**

**Magnitud (M).**- Intensidad de la afectación en el área de impacto;

**Extensión (E).**- Área de afectación con respecto a la disponible con la zona de estudio;

**Duración (D).**- Tiempo del efecto

**Criterios complementarios:**

**Sinergia (S)** Actividad que al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementan más allá de la suma de cada uno de ellos;

**Acumulación (A)** Cuando consecuencia de una actividad el efecto sobre el ambiente se incrementa con el tiempo aunque la actividad generadora haya cesado;

**Controversia (C)** Percepción de la población involucrada al proyecto

**Mitigación (T)** Posibilidad de aplicar medidas de corrección (prevención, control, mitigación, compensación o restauración)

Para evaluar la significancia de los impactos esperados, a cada uno de los criterios señalados anteriormente, se le asignó un valor considerando una escala de 2 a 9 (Tabla 5.6).

Valores	Criterios básicos		
	Magnitud (M)	Extensión (E)	Duración (D)
2,25	El cambio esperado no rebasará criterios establecidos en normativa o valores de referencia Los cambios no modifican los aprovechamientos actuales o potenciales No se modifica la estructura o funcionamiento del sistema	<b>Puntual:</b> El impacto se limita a la zona de obras o el área de embalse	<b>Corto Plazo:</b> El efecto sobre el entorno, sin la intervención del hombre, o la acción que lo ocasiona permanece menos de 6 meses
4,5	El cambio esperado rebasará criterios establecidos en normativa o valores de referencia pero... Los cambios no modifican los aprovechamientos actuales o potenciales ni... Se modifica la estructura o funcionamiento del sistema	<b>Local:</b> El impacto rebasa el área de obras o el embalse, pero no se extiende más allá de 500 m del límite del embalse o zona de obra	<b>Mediano Plazo:</b> El efecto sobre el entorno, sin la intervención del hombre, o la acción que lo ocasiona permanece menos de 6 meses
6,75	El cambio esperado rebasará criterios establecidos en normativa o valores de referencia o... Los cambios modifican los aprovechamientos actuales o potenciales y... No se modifica la estructura o	<b>Regional:</b> El impacto se presenta más allá de los 500 m del límite del predio, pero se mantiene dentro de un área comprendida por un radio de 10 km alrededor de la zona de obras o embalse	<b>Largo Plazo:</b> El efecto sobre el entorno sin la intervención del hombre o la acción que lo ocasiona permanece de 1 a 10 años

Valores	Criterios básicos		
	Magnitud (M)	Extensión (E)	Duración (D)
	funcionamiento del sistema		
9	El cambio esperado rebasará criterios establecidos en normativa o valores de referencia y... Los cambios modifican los aprovechamientos actuales o potenciales o... Se modifica la estructura o funcionamiento del sistema	El efecto se extiende más allá de los 10 km	<b>Permanente:</b> El efecto sobre el entorno no se puede revertir sin la intervención del hombre o permanece durante 10 o más años sin la intervención del hombre
Valores	Criterios complementarios		
	Sinergia (S)	Acumulación	Controversia
3	No se presentan efectos sinérgicos	No se presentan efectos acumulativos	La población se percata del efecto pero no le afecta
6	Se presentan efectos sinérgicos con otras actividades necesarias para el proyecto	Se presentan efectos acumulativos con otros impactos causados por el proyecto	La población se percata y le afecta de manera no significativa el efecto ocasionado
9	Se presentan efectos sinérgicos con otras actividades existentes en el sitio	Se presentan efectos acumulativos con otras actividades existentes en el sitio	La población se percata y le afecta de manera significativa el efecto ocasionado

Tabla 5.6 Escalas y valores asignados a los criterios de valoración de impactos

Una vez definidos los criterios, escalas y valores, se procedió a calcular los índices básico y complementario, y para ello se utilizan los algoritmos de Bojórquez-Tapia (1998), así como el índice de significancia del impacto sin considerar las medidas de mitigación.

Posteriormente se vuelve a calcular la significancia de la interacción considerando las medidas de mitigación. Al criterio de mitigación (T), se le asignan de la misma manera valores, considerando como valor máximo 3 (Tabla 5.7).

Valor	Mitigación (T)
0	<b>Nula.</b> No hay medidas de mitigación
1	<b>Baja.</b> Si la medida se ejecuta posterior a la acción generadora del impacto (medidas de compensación)
2	<b>Media.</b> Si la medida de mitigación se ejecuta antes de presentarse el impacto por las acciones generadoras de impacto (medidas de mitigación)
3	<b>Alta.</b> Si la medida impide que un impacto se presente (medida de prevención)

Tabla 5.7 Valores asignados al criterio de mitigación

Finalmente, se realiza la clasificación de los impactos conforme al valor final obtenido y a la siguiente escala de significancia:

Valor del índice de impacto	Clasificación del impacto
0 - 0,25	Bajo
0,26 – 0,49	Moderado
0,50 – 0,74	Alto
0,75 –1,00	Muy alto

### 5.3. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS

En este apartado se realiza la descripción de los impactos, los resultados de su evaluación y su clasificación. Se excluye a los impactos, clasificados como bajos y aquellos que derivan de actividades reguladas por la normatividad ambiental vigente para su prevención y mitigación. Por consiguiente la descripción se enfoca hacia los impactos clasificados como moderados, altos y muy altos.

#### 5.3.1. Etapa de Preparación de Sitio y Construcción

##### 5.3.1.1. Factor Vegetación terrestre y acuática

Impacto	Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia perturbada y bosque de galería
Acción generadora	Desmonte y despalde
Indicador	Superficie (ha)
Subfactor	Selva baja caducifolia y bosque de galería
Descripción	
<p>Para el establecimiento de las obras que constituyen al PH Chicoasén II se considera la remoción de vegetación en una superficie de 45 ha; de las cuales la mayor parte 37,3 ha son de selva baja caducifolia con vegetación secundaria lo que representa el 0,34% de la superficie del SAR ocupada por este tipo de vegetación; otras comunidades potencialmente afectables son la vegetación secundaria arbustiva y herbácea (4,1 ha) y el bosque de galería (3,72 ha), los cuales representan el 7,8 % y el 11 % respectivamente a la superficie que ocupan en el SAR.</p> <p>Así mismo del total de superficie a desmontar, 33 ha, serán ocupadas por la infraestructura definitiva por lo que la pérdida de cobertura será permanente, mientras que 12,2 ha son consideradas de afectación temporal, por lo que al finalizar la construcción estas serán incorporadas a un subprograma de restauración de áreas intervenidas.</p> <p>En el Sistema Ambiental Regional las áreas de vegetación primaria en buen estado de conservación son reducidas de tal manera que la comunidad con mayor extensión corresponde a la selva baja caducifolia con vegetación secundaria, las cuales se consideran de importancia para el funcionamiento del sistema pues además de que representan un</p>	

reservorio de germoplasma, son refugio de fauna silvestre y captura de carbono. Sin embargo la superficie afectable es reducida como se menciona anteriormente y su pérdida no pone en riesgo el funcionamiento del Sistema. Además se consideran acciones de compensación como lo es la reforestación de las zonas directamente intervenidas y otras dentro de la ZID y del SAR.

Este impacto se considera sinérgico ya que actualmente existen actividades como la agropecuaria en el que se efectúa desmonte y despalme. Asimismo, es acumulativo ya que el proyecto se ubica en la zona de interacción entre el desarrollo urbano y las zonas con vegetación natural, y se encuentran sujetas a la presión por el crecimiento de la zona y la pérdida de cobertura vegetal se va incrementando a través del tiempo.

Valor calculado del índice de significancia	0,49 (Moderado)
---	-----------------

<b>Impacto</b>	<b>Pérdida de individuos de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010</b>
<b>Acción generadora</b>	Desmonte y despalme
<b>Indicador</b>	Abundancia y distribución
<b>Subfactor</b>	Especies NOM
<b>Descripción</b>	
<p>Por esta actividad es probable la afectación a individuos de especies incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010; ya que como se menciona en el Capítulo 4, en la zona de influencia directa se registro la presencia de dos especies sujetas a protección especial: <i>Guaiacum sanctum</i> y <i>Agave grijalvensis</i> esta última también catalogada como endémica; y dos en la categoría de amenazadas <i>Astronium graveolens</i>, <i>Sideroxylon capiri</i>.</p> <p>Cabe señalar que la distribución de <i>Guaiacum sanctum</i> y <i>Astronium graveolens</i>, se extiende hacia otros estados como Campeche, Veracruz, Tabasco, Oaxaca, Yucatán y Nayarit. La segunda se le observó con una amplia distribución en el SAR (Ver Capítulo 8, inciso 8.5 Fichas especies incluidas en la NOM-059).</p> <p>Con la finalidad de evitar al máximo este impacto, se tiene previsto un Programa de Manejo y Conservación de Comunidades Vegetales, el cual incluye acciones para identificar y seleccionar las áreas de afectación directa donde estén presentes individuos de estas especies. Además se llevará a cabo el seguimiento y control, para asegurar que solamente se utilicen las áreas seleccionadas.</p> <p>Por otra parte los procesos de sucesión que naturalmente ocurren se verán fortalecidos por las acciones de mitigación, compensación y el programa de monitoreo de la revegetación incluidas especialmente las especies de la NOM, lo que propiciaría el incremento de la diversidad en estas zonas.</p>	
<b>Valor calculado del índice</b>	0,26 (Moderado)

<b>de significancia</b>	
-------------------------	--

### 5.3.1.2. Fauna terrestre

<b>Impacto</b>	<b>Pérdida y perturbación de hábitat</b>
<b>Acción generadora</b>	Desmante y despalme Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo Uso y manejo de explosivos Cortes, Nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactación Generación y disposición de residuos sólidos municipales Generación y disposición de residuos peligrosos Utilización de mano de obra Disposición de material de excavaciones
<b>Indicador</b>	Superficie de hábitat disponible
<b>Subfactor</b>	Hábitat
<b>Descripción</b>	
<p>La disminución de hábitat es consecuencia del impacto antes señalado como reducción o pérdida de cobertura de selva baja caducifolia con vegetación secundaria y bosque de galería.</p> <p>Por su parte la perturbación y alteración del hábitat disponible para la fauna terrestre en la Zona de Influencia directa se relaciona a la presencia de personal, al incremento en los niveles de ruido y al tránsito de maquinaria y vehículos. Se considera que este efecto se extiende a la zona de influencia directa, en la cual el hábitat disponible para la fauna son las áreas con vegetación (secundaria, selva baja con vegetación secundaria y bosque de galería) de acuerdo a los muestreos de fauna, las cuales suman un total de 632 ha y representan el 5,3 % del hábitat disponible en el SAR para la fauna terrestre.</p> <p>Por otra parte el impacto de desplazamiento de especies de fauna está estrechamente relacionado con la pérdida de cobertura vegetal y alteración del hábitat, ya que al modificarse o perderse los hábitats, la fauna muere y/o migra a lugares donde existan las condiciones propicias para su supervivencia. El impacto es acumulativo en el sistema ambiental regional debido a la continua reducción de espacios pérdida de hábitat por los impactos asociados a actividades antropogénicas, se estima que las especies de fauna silvestre se han ido desplazando hacia sitios poco accesibles y por consiguiente con mejor estado de conservación. Para la mitigación de este impacto se plantean acciones en los programas de Manejo y Conservación de Fauna y Reforestación y Restauración.</p>	
<b>Valor calculado del índice de significancia</b>	0,31 (moderado)

<b>Impacto</b>	<b>Muerte accidental y/o cacería de individuos de especies NOM-059-SEMARNAT-2010</b>
<b>Acción generadora</b>	Contratación de mano de obra Desmote y despalme Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo Aclareo y poda selectiva de vegetación
<b>Indicador</b>	Número de especies potenciales
<b>Subfactor</b>	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Descripción</b>	
<p>De las especies con estatus de riesgo registradas en la zona de influencia directa, los reptiles son las que representan el mayor riesgo de muerte accidental o intencional por parte del personal encargado de realizar las actividades de desmote y despalme, aclareo de vegetación y operación de maquinaria y equipo.</p> <p>De acuerdo a lo descrito en el apartado de fauna terrestre en el capítulo 4, las especies con riesgo potencial de impacto son nueve (capítulo 4 tabla 4.37): de las cuales seis están sujetas a protección especial y tres clasifican como amenazadas según la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>No obstante, tanto las especies que se encuentran en la categoría de amenazadas y en protección especial presentan una distribución amplia en el estado de Chiapas y en México (capítulo 8, inciso 8.5.2) Fichas especies incluidas en la NOM-059).</p> <p>Por otra parte en el Programa Manejo y Conservación de Fauna Terrestre (Capítulo 6) se incluyen acciones preventivas con la finalidad de evitar y/o reducir el impacto descrito.</p>	
<b>Valor calculado del índice de significancia</b>	0,29 (Moderado)

### 5.3.1.3. Factor Paisaje

<b>Impacto</b>	<b>Modificación del paisaje</b>
<b>Acción generadora</b>	Desmote y despalme, rellenos, cortes, compactaciones y nivelaciones, aclareo de vegetación, disposición de material de excavaciones.
<b>Indicador</b>	Calidad
<b>Subfactor</b>	Unidades de paisaje
<b>Descripción</b>	
<p>Este impacto se presenta por el desmote y despalme, rellenos cortes, compactaciones y nivelaciones para la instalación de campamentos, pavimentación, obras principales bancos de material y bancos de desperdicio. Potenciará el aumento del grado de antropización de la cobertura vegetal de manera parcial en las unidades de paisaje No. 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 52, 54, 56, 57, 58, que abarcan en conjunto una superficie de 341 hectáreas, lo que</p>	



representa un 2.3 % del total del área del Sistema Ambiental Regional, asimismo transformarán de manera parcial la estructura del paisaje (roca-suelo-relieve-vegetación). Todos estos paisajes presentan una vegetación secundaria de selva baja caducifolia alternada con un uso de suelo agrícola.

Este impacto es acumulativo ya que se asocia al desarrollo de diferentes actividades antropogénicas además de las asociadas a la presencia de otras presas en el río. Es compensado mediante la aplicación de los subprogramas de Restauración y reforestación y Conservación de suelos y control de la erosión.

<b>Valor calculado del índice de significancia</b>	0,49 (Moderado)
--	-----------------

#### 5.3.1.4. Factor Socioeconómico

Impacto	Pérdida de sitios de pesca
<b>Acción generadora</b>	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo
<b>Indicador</b>	Número de sitios/ producción anual por tonelada
<b>Elemento</b>	Pesquería
<b>Descripción</b>	
<p>Se preve la afectación de cuatro de los 17 sitios de pesca ubicados en los 20 km del segmento del río Grijalva potencialmente aprovechable. Alrededor de 30 personas realizan el aprovechamiento en estos sitios los cuales se encuentran asociados en dos cooperativas pesqueras denominadas La Cuevita y El Indio Copainalteco, además de los pescadores libres.</p> <p>La producción pesquera anual en esta zona es de 10,95 toneladas, en promedio.</p> <p>En este caso la actividad pesquera, además de ser una actividad económica importante, debido a que el 80% de la captura se dedica a la venta en el mercado local, el 20% restante es destinado al autoconsumo, como complemento de la dieta alimenticia de los pobladores, esta actividad se realiza durante todo el año, disminuyendo en la temporada de lluvias, cabe mencionar que actualmente tienen algunas dificultades en lo que se refiere a la escasez del recurso y el incremento de pescadores, lo cual ha provocado algunos conflictos entre grupos de pescadores por el uso de los recursos naturales en el sitio conocido como “La Cuevita”.</p> <p>Este impacto se ha considerado como moderado, debido a la importancia económica y de autoabastecimiento que tiene esta actividad para los pobladores del área de influencia del P.H. Chicoasén II, sin embargo, se ha determinado que es un efecto altamente mitigable, entre otros aspectos por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siempre y cuando los pescadores estén de acuerdo, se les podrá considerar como grupo preferencial para ser contratado como mano de obra durante la construcción.</li> <li>• Se podrá establecer también como grupo preferencial (permisionarios) y apoyar la elaboración de un plan de manejo para desarrollar la pesca comercial en el nuevo embalse, incorporandolos dentro del Programa de Apoyo al Desarrollo Regional (previsto en el Capítulo 6)</li> </ul>	

- Aprovechar el potencial turístico del nuevo cuerpo de agua, como prestadores de servicios de transporte, alimentación, recreación y hospedaje, entre otros. Incorporando igualmente esta actividad potencial dentro del Programa de Apoyo al Desarrollo Regional (previsto en el Capítulo 6).

<b>Valor calculado del índice de significancia</b>	0,31(moderado)
--	----------------

### 5.3.1.5. Cultura

Impacto	Perturbación de la vida cotidiana
Acción generadora	Uso y manejo de explosivos Contratación de mano de obra Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo
Indicador	Número de localidades con mayor influencia del proyecto
Elemento	Vida cotidiana
Descripción	
<p>Este impacto se ha asociado como un impacto indirecto ocasionado por el incremento en los niveles de ruido por el uso y manejo de explosivos principalmente en las localidades cercanas ubicadas a menos de 3 km de distancia del banco de material La Pedrera, dichas localidades son: Juy Juy (0,8 km), El Carmelo (2 km), El Zapote (1,2 km), Vista Hermosa (1,4 km), Chicoasén (Cabecera Municipal) (2 km) y Cabecera Municipal de Osumacinta (2 Km), asimismo en la zona de obras donde también se emplearán explosivos para las excavaciones, se localiza el poblado de Vista Hermosa (3 km), mismos que en cierta medida se percibirán por el uso de explosivos, cabe mencionar que en ninguno de los casos existe la posibilidad de percibir las emisiones de partículas derivadas de las mismas.</p> <p>La vida cotidiana de las poblaciones cercanas a la zona de influencia directa, también serán afectadas por la presencia de personas ajenas a la región contratadas para la construcción del proyecto.</p> <p>Como medidas de mitigación se implementará un Programa de Atención Social con acciones de información y comunicación dirigidas a las poblaciones afectadas, así como lineamientos de conducta que deberán atender el personal de la obra y medidas de seguridad y señalización en las áreas de acceso restringido.</p>	
<b>Valor calculado del índice de significancia</b>	0,63 (Alto)

### 5.3.2. Etapa: Mantenimiento y operación

#### 5.3.2.1. Factor Agua superficial

Impacto	Modificación en la calidad del agua
<b>Acción generadora</b>	Embalse
<b>Indicador</b>	Índice de Calidad del Agua (ICA)
<b>Subfactor</b>	Calidad
<b>Descripción</b>	
<p>El proceso de eutrofización que presentan los cuerpos de aguas naturales y artificiales, varía de acuerdo a las características particulares de estos y la región donde se ubican. Específicamente en los embalses artificiales, el proceso depende de los aportes de nutrientes que recibe, la profundidad del embalse y el tiempo de retención hidráulica.</p> <p>El embalse del PH Chicoasén II tiene una superficie de 188 ha, no es un embalse diseñado para almacenar y/o regular los grandes volúmenes de entrada esperados (gastos turbinados por la CH Chicoasén), por lo que su capacidad de retención hidráulica es del orden 0,0002 años (1,5 hr) y su profundidad promedio es de 7,9 m, en consecuencia, el recambio del agua almacenada es muy rápido en comparación con otros embalses artificiales.</p> <p>Lo anterior evitará que en el embalse permanezcan grandes concentraciones de materia orgánica y nutrientes que modifiquen la calidad del agua y propicien el desarrollo y/o florecimiento de grandes masas de algas y malezas acuáticas, como sucede en otros embalses del país calificados como hipereutróficos cuyos tiempos de retención, aportes de nutrientes y materia orgánica, así como la profundidad son considerablemente mayores que el embalse del PH Chicoasén II (Salas y Martino, 1990, Saldaña et al 2003).</p> <p>Para confirmar o rechazar la hipótesis anterior se proponen acciones para el monitoreo de la calidad del agua en el embalse en el Programa de Monitoreo del Ecosistema Acuático. Además se considera el retiro selectivo de vegetación de usos comerciales o constructivos antes de la inundación mitigará el efecto.</p>	
<b>Valor calculado del índice de significancia</b>	0,31 (moderado)

Impacto	Modificación del proceso de transporte y sedimentación
<b>Acción generadora</b>	Operación de la central Embalse
<b>Indicador</b>	Metros cúbicos (m <sup>3</sup> ) de azolve acumulado
<b>Subfactor</b>	Transporte de sedimentos
<b>Descripción</b>	
<p>La cuenca de aportación de sedimentos que llegarían al embalse del PH Chicoasén II, tiene una superficie total de 21 528 km<sup>2</sup>, sin embargo la mayor parte son retenidos en las presas Angostura y Chicoasén. La primera y más grande, tiene una superficie de embalse de 63 000 ha y un área de captación de 12 957 km<sup>2</sup> la cual representa el 60% de la superficie total de captación del proyecto; y la segunda, con un embalse de 3 150 ha y un área de captación de 7 562 km<sup>2</sup> representa el 35 % de la total del proyecto.</p> <p>Por lo anterior al embalse Chicoasén II únicamente llegarán los sedimentos arrastrados de la cuenca del río Chicoasén la cual tiene una superficie de 1 010 km<sup>2</sup> y representa el 5% del área total del área de captación.</p> <p>De acuerdo al diseño descrito en el Capítulo 2 inciso 2.2.4.4 y 2.12 la casa de máquinas y obra de toma se ubican en el cauce del río cuyo funcionamiento prácticamente es a hilo de corriente, ya que el embalse no tiene capacidad para almacenar los volúmenes turbinados por la CH Chicoasén y el tiempo de retención del mismo es mínimo, dado lo anterior, se espera que la acumulación de sedimentos sea despreciable, permitiendo el paso de sedimentos hacia aguas abajo en el segmento del río Grijalva comprendido del PH Chicoasén II a la parte final del embalse Malpaso.</p> <p>Sin embargo, considerando que la acumulación de sedimentos en el embalse repercutiría de manera sustancial en la operación de este tipo de Central, se desarrollara un estudio de sedimentos en la cuenca de aportación del río Chicoasén y conforme a los resultados se determinarían las medidas de prevención y/o mitigación.</p> <p>No obstante el impacto se califica como sinérgico y acumulativo.</p>	
<b>Valor calculado del índice de significancia</b>	0,30 (moderado)

Impacto	Modificación de régimen aguas abajo de la presa
<b>Acción generadora</b>	Operación de la central
<b>Indicador</b>	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
<b>Subfactor</b>	Agua superficial
<b>Descripción</b>	
<p>Actualmente en este tramo del río Grijalva donde se ubica el PH Chicoasén II, existen fluctuaciones en su caudal ya que están sujetas a la operación de la actual central</p>	

hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres (CH Chicoasén). Por lo que el ecosistema ya ha sufrido las modificaciones impuestas por el establecimiento y regulación del río primero por la operación de la central hidroeléctrica La Angostura y posteriormente la central hidroeléctrica Chicoasén, además por la operación de la presa Malpaso, ubicada aguas abajo de la presa Chicoasén y el nuevo proyecto de Chicoasén II.

El funcionamiento actual del sistema fluvial está regulado fundamentalmente por la operación de la CH Chicoasén con un gasto promedio del orden de los 1 493 m<sup>3</sup>/s durante las horas de operación (16 en promedio) y 0 m<sup>3</sup>/s durante el resto del tiempo (8 horas); aguas abajo de la presa de Chicoasén a 3 km aproximadamente se incorpora el río Chicoasén con un gasto que fluctúa entre los 3 y 25 m<sup>3</sup>/s, flujo que mantiene el funcionamiento del ecosistema y al cual se han adaptado las especies de fauna acuática que se registran como habitantes de este segmento de río comprendido desde el sitio La Cueva hasta la presa de Malpaso (10 km aproximadamente).

Considerando la gran cercanía que existe entre la actual central hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres (CH Chicoasén) y la futura central hidroeléctrica (PH Chicoasén II) la operación de ésta última dependerá totalmente de la operación de la primera (actual central hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres), por lo que operaran prácticamente al mismo tiempo y por consiguiente los gastos turbinados serán los mismos en ambas centrales y las fluctuaciones en el río aguas abajo serán muy similares a las actuales, ya que se considera la liberación de un gasto ecológico de 6 a 9 m<sup>3</sup>/s durante las 24 horas al día en condiciones normales de operación, de tal manera que permita asegurar el mantenimiento de la condición actual de este tramo de río.

Por lo descrito anteriormente el impacto se considera sinérgico y acumulativo.

En condiciones de avenidas extraordinarias que obliguen la apertura y funcionamiento del vertedor de la presa Chicoasén, de la misma manera, sincronisadamente, tendrá que operar el vertedor del proyecto Chicoasén II.

El impacto será monitoreado a través del Programa de Monitoreo del Ecosistema Acuático.

<b>Valor calculado del índice de significancia</b>	0,31 (moderado)
--	-----------------

### 5.3.2.2. Factor Vegetación terrestre y acuática

<b>Impacto</b>	<b>Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia y bosque de galería</b>
<b>Acción generadora</b>	Embalse
<b>Indicador</b>	Superficie (ha)
<b>Subfactor</b>	Selva baja caducifolia y bosque de galería
<b>Descripción</b>	
El embalse del proyecto Chicoasén II abarcará una superficie de 188 ha, de las cuales existirá una pérdida de cobertura vegetal de 84 ha, integradas por 23,1 ha de bosque de galería que representan el 68% de la superficie ocupada por este tipo	

de comunidad dentro del SAR; y 60,9 ha de selva baja caducifolia con vegetación secundaria, que corresponden al 0,56 % de la superficie cubierta con este tipo de vegetación dentro del SAR. Este impacto es sinérgico asociado a otras actividades como el desmonte y despalme que se realizan en la zona y por el futuro proyecto; y acumulativo ya que incrementa la pérdida de cobertura.

Para mitigar el impacto se consideran acciones en los Programas de Restauración y Reforestación y Recuperación de Hábitats de Ribera (Capítulo 6).

<b>Valor calculado del índice de significancia</b>	0,64 (Alto)
--	-------------

<b>Impacto</b>	<b>Afectación a especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010</b>
<b>Acción generadora</b>	Embalse
<b>Indicador</b>	Abundancia y distribución
<b>Subfactor</b>	Especies NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Descripción</b>	
Este impacto potencial está asociado a la pérdida de hábitat de selva baja caducifolia y bosque de galería, donde se pueden encontrar especies en estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo a las especies reportadas en el Capítulo 4 en la zona del embalse podemos encontrar <i>Astronium graveolens</i> .	
Este impacto se considera moderado ya que la especie se encuentra ampliamente distribuida en los estados de Veracruz, Oaxaca, Yucatán y en la vertiente del Pacífico desde Nayarit hasta Chiapas. En Chiapas se encuentra distribuido en la Sierra Madre de Chiapas, en parte de las Montañas del Norte y en la Depresión Central. Se tiene registro de algunas localidades como en el Cañón del Sumidero, a la orilla del río Grijalva, en el Ejido Andrés Quintana Roo en Jiquipilas, a 2 Km del ejido Rancho Bonito en Arriaga, en el ejido San Andrés La Paz, municipio de Ocosingo, y Cerro Tres Picos en Copainalá.	
Para la protección de estas especies se tiene previsto en su rescate y reubicación en el Programa de Manejo y Conservación de comunidades vegetales.	
<b>Valor calculado del índice de significancia</b>	0,28 (Moderado)

### 5.3.2.3. Factor Fauna terrestre

<b>Impacto</b>	<b>Pérdida y perturbación de hábitat</b>
<b>Acción generadora</b>	Embalse
<b>Indicador</b>	Superficie de hábitat disponible
<b>Subfactor</b>	Hábitat
<b>Descripción</b>	
Este impacto surge como consecuencia de la formación del embalse y la consiguiente pérdida	

de 84 ha de comunidades vegetales que constituyen un hábitat y refugio de especies de fauna terrestre.

Nuevamente es necesario considerar que la selva baja caducifolia perturbada es el hábitat más extenso en esta región.

Con la finalidad de mitigar este impacto se realizará un programa de adecuación y llenado del embalse, el cual considere una formación paulatina del embalse de tal manera que la fauna existente pueda desplazarse y/o ser rescatada.

<b>Valor calculado del índice de significancia</b>	0,28 (Moderado)
--	-----------------

#### 5.3.2.4. Fauna acuática

Impacto	Modificación y fragmentación de hábitat lótico
<b>Acción generadora</b>	Operación de la central Embalse
<b>Indicador</b>	Longitud km
<b>Subfactor</b>	Hábitat lótico (río Grijalva)
<b>Descripción</b>	
<p>Este impacto deriva en primer lugar por la transformación de 8,5 km de los 18 km del segmento del río Grijalva con características de un hábitat lótico, a un cuerpo de agua de carácter léntico (embalse del PH Chicoasén II); en segundo término por la presencia de infraestructura en el cauce del río (cortina y casa de máquinas) la cual representa una barrera para el desplazamiento de la fauna acuática.</p> <p>Este impacto se considera sinérgico y acumulativo debido a las alteraciones que ha sufrido este ecosistema en el pasado por el establecimiento en el cauce del río Grijalva de las presas Angostura, Malpaso, Chicoasén y Peñitas y sus respectivos embalses.</p> <p>La pérdida de hábitats fluviales es un impacto significativo, asociado con la construcción de las grandes presas, sin embargo, se considera que éste puede ser soportado y amortiguado por el ecosistema, partiendo de la base que en los 10 Km restantes de río, entre el desfogue del proyecto Chicoasén II y el inicio del embalse de la presa Malpaso, existirá la liberación de un gasto ecológico que mitigara el impacto como lo efectuó de manera natural el escurrimiento del río Chicoasén en este segmento del río Grijalva, manteniendo el funcionamiento de los procesos biológicos y ecológicos de este sistema.</p> <p>Adicionalmente y con la finalidad de proponer medidas de mitigación viables tanto desde el punto de vista técnico como económico, se desarrollará un programa de investigación que permita determinar los mecanismos para el intercambio de poblaciones de un lado a otro de la presa, de acuerdo a las experiencias exitosas en otros proyectos de este tipo.</p> <p>Asimismo, con la finalidad de asegurar la mitigación del impacto será implementado el Programa de Monitoreo de fauna acuática.</p>	
<b>Valor calculado del índice de</b>	0,65 (Alto)

<b>significancia</b>	
----------------------	--

<b>Impacto</b>	<b>Modificación de hábitat de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010</b>
<b>Acción generadora</b>	Operación de la central Embalse
<b>Indicador</b>	Abundancia
<b>Subfactor</b>	Especies NOM incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Descripción</b>	
<p>Este impacto está asociado a la modificación del hábitat, ya que el cambio de un ambiente lótico a léntico y la presencia de una barrera (cortina) como se menciono anteriormente, se presenta una fragmentación de hábitat; este impacto resulta de mayor significancia para especies consideradas con algún estatus de riesgo, en este caso particular para los peces que se registraron en este tramo de río: <i>Potamarius nelsoni</i>, <i>Rhamdia guatemalensis</i>, <i>Cichlasoma grammodes</i> y <i>Vieja hartwegi</i> especies sujetas a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>El impacto es acumulativo y sinérgico debido a los impactos derivados por el establecimiento de presas y embalses en el río Grijalva, a la reducción de hábitat lóticos, la introducción de especies exóticas y la contaminación en la parte baja de la cuenca; sin embargo, estas mismas especies se han adaptado a las condiciones de hábitat léntico, de tal manera que actualmente es posible encontrarlas en los embalses de esta cuenca Chicoasén y Malpaso, así como en los tramos de ambientes lóticos, por lo que no habrá cambios en las abundancias de estas especies.</p> <p>Como acciones para la mitigación se consideran las mencionadas anteriormente. Además para mitigar el impacto ocasionado por la introducción de especies exóticas para el aprovechamiento pesquero, así como para la preservación de las especies anteriormente señaladas; se propone desarrollar un Programa de Investigación para la reproducción en cautiverio de especies nativas con potencial pesquero (<i>Petenia splendida</i>, <i>Ictalurus meridionalis</i> y <i>Vieja pearsei</i>) y de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 mencionadas anteriormente de tal manera que puedan ser posible su reintroducción al sistema.</p>	
<b>Valor calculado del índice de significancia</b>	0,63 (Alto)

### 5.3.3. Concentrado de Impactos potenciales

En la siguiente tabla se concentran los impactos potenciales durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción y la evaluación resultante:

Componentes	Impactos potenciales	Carácter	Significancia
-------------	----------------------	----------	---------------



Componentes	Impactos potenciales	Carácter	Significancia
Aire	1. Emisiones a la atmosfera	Negativo	Bajo
	2. Incremento en los niveles de ruido	Negativo	Bajo
Geomorfología	3. Modificación del relieve	Negativo	Bajo
	4. Modificación e inestabilidad de taludes	Negativo	Bajo
Suelo	5. Incremento del proceso de erosión	Negativo	Bajo
	6. Contaminación de suelos	Negativo	Bajo
Agua superficial	7. Modificación en la calidad del agua	Negativo	Bajo
	8. Alteración drenaje superficial	Negativo	Bajo
Vegetación terrestre y acuática	9. Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia y bosque ripario	Negativo	Moderado
	10. Pérdida de individuos de especies incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Negativo	Moderado
Fauna terrestre	11. Muerte accidental y/o cacería de individuos de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Negativo	Bajo
	12. Pérdida y perturbación de hábitat	Negativo	Moderado
Paisaje	13. Modificación del paisaje	Negativo	Moderado
Economía	14. Generación de empleos directos e indirectos	Positivo	Alto
	15. Afectación a las actividades productivas	Negativo	Bajo
	16. Pérdida de sitios de pesca	Negativo	Moderado
	17. Incremento en la demanda de bienes y servicios	Positivo	Alto
	18. Cambios en el tipo de propiedad	Negativo	Moderado
	19. Ingresos a la economía local	Positivo	Alto
Demografía	20. Modificación del proceso migratorio	Negativo	Bajo
	21. Incremento en la densidad de población	Negativo	Bajo
Infraestructura y servicios	22. Incremento de infraestructura carretera	Positivo	Bajo
	23. Incremento en la demanda de agua potable	Negativo	Bajo
	24. Incremento en la demanda de servicios de salud y educación	Negativo	Bajo
	25. Incremento de enfermedades	Negativo	Bajo
Cultura	26. Modificación de los espacios recreativos	Negativo	Bajo
	27. Perturbación de la vida cotidiana	Negativo	Moderado
	28. Incremento en el flujo vehicular	Negativo	Bajo

Tabla 5.8 Resultados de la evaluación de los impactos potenciales en la etapa de Preparación de Sitio y Construcción.

En la siguiente tabla se concentran los impactos potenciales durante la etapa de Operación y mantenimiento:

Componentes	Impactos potenciales	Carácter	Significancia
Aire	1. Generación de gases de efecto invernadero	Negativo	Bajo
Agua superficial	2. Modificación en la calidad del agua	Negativo	Moderado
	3. Modificación del proceso de transporte y sedimentación	Negativo	Moderado
	4. Modificación del régimen de caudales en el río Grijalva, aguas abajo de la presa	Negativo	Moderado
Vegetación terrestre y acuática	5. Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia y bosque ripario	Negativo	Alto
	6. Pérdida de individuos de especies incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Negativo	Moderado
Fauna acuática	7. Modificación y fragmentación de hábitat	Negativo	Alto
	8. Modificación de la distribución de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Negativo	Alto
Fauna terrestre	9. Pérdida y perturbación de hábitat	Negativo	Alto
Paisaje	10. Modificación del paisaje	Positivo	Alto
Socioeconómico	11. Creación de pesca en el embalse	Positivo	Alto
	12. Incremento del potencial turístico	Positivo	Alto

Tabla 5.9 Resultados de la evaluación de los impactos potenciales correspondientes a la etapa de operación

En resumen, los resultados de la evaluación de los impactos potenciales es la siguiente:

Etapas	Bajos		Moderados		Altos		Muy Altos	
	Positivos	Negativos	Positivos	Negativos	Positivos	Negativos	Positivos	Negativos
Preparación del sitio y construcción	1	17	0	7	3	0	0	0
Mantenimiento y operación	0	1	0	4	3	4	0	0
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tabla 5.10 Clasificación de los impactos potenciales por etapa.

#### 5.4. IMPACTOS RESIDUALES

Tal y como lo establece la fracción V del Artículo 13 del Reglamento en materia de impacto ambiental, se deberán identificar, evaluar, y describir los impactos residuales. Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales. La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR. La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función de la aplicación de medidas de corrección, por lo que aquellos

impactos con calificación de 1 ó 2, aplicación de medidas de mitigación y medidas de compensación, respectivamente, son los factores que no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas. Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto generará los siguientes impactos residuales:

#### **Etapa de preparación del sitio y construcción**

- Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia
- Afectación a especies NOM de flora y fauna
- Pérdida y perturbación de hábitat
- Modificación del paisaje

#### **Etapa de mantenimiento y operación**

- Modificación de la calidad del agua
- Modificación del transporte y sedimentación
- Modificación del régimen aguas abajo de la presa
- Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia y bosque de galería
- Afectación a especies NOM de flora y fauna
- Modificación de hábitat acuático
- Modificación del paisaje

De los impactos anteriores, y tomando como referencia los resultados de la evaluación, los correspondientes a la etapa de preparación de sitio y construcción son “moderados”; mientras que los impactos asociados a la etapa de operación y mantenimiento, los tres primeros son clasificados como bajos; los tres siguientes fueron clasificados “altos”, sin embargo como ya se analizó previamente, no corresponde a impactos que afecte la funcionalidad e integralidad del sistema.

### **5.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS**

Al igual que los impactos residuales, la fracción V del Artículo 13 del Reglamento en materia de impacto ambiental, establece que se deberán identificar, evaluar, y describir los impactos acumulativos, es por ello que se dedica la presente sección su análisis.

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa.

Estos impactos se evaluaron con el atributo “Acumulación” de lo cual se identificaron los siguientes impactos acumulativos negativos:

#### **Etapa de preparación del sitio y construcción**

- Incremento del proceso de erosión

- Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia
- Afectación a especies NOM de flora y fauna
- Pérdida y perturbación de hábitat
- Modificación del paisaje

### **Etapas de mantenimiento y operación**

- Modificación de la calidad del agua
- Modificación del transporte y sedimentación
- Modificación del régimen aguas abajo de la presa
- Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia
- Afectación a especies NOM de flora y fauna
- Pérdida de cobertura de bosque de galería
- Modificación de hábitat
- Fragmentación de hábitat
- Pérdida y perturbación de hábitat
- Modificación del paisaje

Estos impactos están valorados como “altos”, excepto la afectación a especies NOM de flora y fauna y pérdida y perturbación de hábitat clasificado como “moderados” y como ya se indicó anteriormente no representan una afectación a la integridad funcional del ecosistema presente en el SAR.

### **5.6. CONCLUSIONES**

El análisis de los impactos se realizó en la determinación de las desviaciones de la línea base o cero. De acuerdo a la metodología descrita y a la valoración de los impactos, se identificaron cuatro impactos altos (clasificación de impactos). Este resultado es debido a su carácter acumulativo y sinérgico, además de que la medida de corrección solamente va a mitigar o compensar el impacto y por lo tanto son residuales.

Los impactos clasificados como altos durante la etapa de preparación del sitio y construcción se van a presentar de manera local y el efecto será a largo plazo; mientras que en el mantenimiento y operación se van a presentar en su mayoría de manera puntual, ya que están asociados a la formación del embalse y operación de la futura central y el efecto será permanente.

Los impactos de modificación de la calidad del agua, del transporte y sedimentación, de hábitat y de la modificación del régimen aguas abajo de la presa son impactos acumulativos a los que actualmente se presentan por la operación de las centrales de Chicoasén, Malpaso y Angostura. Mientras que los impactos de incremento del proceso de erosión, pérdida de cobertura de selva baja caducifolia, pérdida y perturbación de hábitat para las especies de fauna y la modificación del paisaje, están más asociados a las actividades que realizan los habitantes de la zona al abrir zonas nuevas para cultivos y a la introducción de ganado

(extensivo) a zonas con vegetación natural, además del crecimiento de la mancha urbana de las localidades.

Con respecto a los impactos residuales y como se explicó en el apartado correspondiente, la identificación se llevó a cabo en función de la aplicación de medidas de corrección, por lo que aquellos impactos con calificación de 1 ó 2, aplicación de medidas de mitigación y medidas de compensación, respectivamente, son los factores que no podrán volver a su estado original. Las medidas correctivas propuestas aseguran la mitigación y compensación de dichos impactos, la verificación se va dar a través del cumplimiento del programa de manejo ambiental.

Por lo anterior, dado que la zona del proyecto es un sitio donde ha existido modificación del sistema por la construcción y operación de otras centrales hidroeléctricas, además de las actividades antropogénicas de los habitantes de la región, se considera que si van a existir cambios o alteraciones en los ecosistemas y recursos naturales, sin embargo; estos, no van a obstaculizar la existencia y desarrollo del hombre ni de los seres vivos ni de la continuidad de los procesos naturales y por lo tanto el aprovechamiento de los recursos naturales necesarios para el desarrollo del proyecto respeta la integridad funcional y capacidad de carga de los ecosistemas involucrados.

PARA CONSULTA AL PÚBLICO

## 5.7. REFERENCIAS

- Bojorquez-Tapia, L. A. E. Ezcurra, O. García. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices Journal of Environmental Management 53, 91–99.
- Conesa F-V. V. 2003. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. 3° Edición. España. 412 p
- Gómez, O. D. 2003. Evaluación de Impacto Ambiental. Segunda edición. Mundi Prensa, España.
- Salas, H.J. y P. Martino, 1990. Metodologías simplificadas para la evaluación de la eutroficación en lagos cálidos tropicales. Programa Regional OMS/OPS/CEPIS/Programa de Salud Ambiental (HPE). Perú, 51 pp.
- Saldaña, F.P., Bravo, I.L. y Sánchez, C.J., 2003. Evaluación de la calidad del agua del embalse de la presa Zimapán, Hidalgo; con fines de aprovechamiento para uso y consumo humano. Subcoordinación de Hidrobiología y Evaluación Ambiental. Coord. de Tratam. y Calidad del Agua. IMTA, SEMARNAT. (informe final). Jiutepec, Mor., 145 pp.
- SEMARNAT. 2011. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental Modalidad: particular. En línea  
[<http://www.semarnat.gob.mx/tramites/informaciondetramites/Pages/guiasparatramitesdeimpactoambiental.aspx>].

*PROYECTO HIDROELÉCTRICO CHICOASÉN II*

# CAPÍTULO VI

*ESTRATÉGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE  
IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL  
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL*



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS

**CFE** *Una empresa  
de clase mundial*

## CONTENIDO

6. ESTRATÉGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....	10
6.1. Plan De Manejo Ambiental .....	10
6.2. Línea Estratégica de Prevención y Control .....	11
6.2.1. Programa de Manejo y control de emisiones atmosféricas y ruido .....	12
6.2.1.1. Etapa del proyecto .....	12
6.2.1.2. Acciones generadoras de impacto .....	12
6.2.1.3. Objetivos .....	12
6.2.1.4. Impactos a controlar .....	12
6.2.1.5. Descripción de acciones .....	12
6.2.1.6. Duración del programa .....	14
6.2.1.7. Costos .....	14
6.2.2. Programa Manejo integral de residuos sólidos .....	14
6.2.2.1. Etapa del proyecto .....	14
6.2.2.2. Acciones generadoras de impacto .....	14
6.2.2.3. Objetivos .....	15
6.2.2.4. Impactos a controlar .....	15
6.2.2.5. Descripción de acciones .....	15
6.2.2.6. Duración del programa .....	21
6.2.2.7. Costos .....	21
6.2.3. Programa de manejo de sustancias y materiales peligrosos .....	21
6.2.3.1. Etapa del proyecto .....	21
6.2.3.2. Acciones generadoras de impacto .....	21
6.2.3.3. Objetivos .....	21
6.2.3.4. Impactos a controlar .....	21



6.2.3.5.	Descripción de acciones .....	22
6.2.3.6.	Duración del programa .....	24
6.2.3.7.	Costos .....	24
6.2.4.	Programa Manejo de aguas residuales .....	24
6.2.4.1.	Etapa del proyecto .....	24
6.2.4.2.	Acciones generadoras de impacto .....	24
6.2.4.3.	Objetivos .....	25
6.2.4.4.	Impactos a controlar .....	25
6.2.4.5.	Descripción de acciones .....	25
6.2.4.6.	Duración del programa .....	29
6.2.4.7.	Costos .....	29
6.2.5.	Programa Información y Capacitación Ambiental .....	29
6.2.5.1.	Etapa del proyecto .....	29
6.2.5.2.	Acciones generadoras de impacto .....	29
6.2.5.3.	Objetivos .....	29
6.2.5.4.	Impactos a controlar .....	30
6.2.5.5.	Descripción de la medida .....	30
6.2.5.6.	Duración del programa .....	33
6.2.5.7.	Costos .....	33
6.3.	Línea Estratégica de Medidas de Mitigación.....	33
6.3.1.	Programa de Protección de Taludes .....	33
6.3.1.1.	Etapa del proyecto .....	33
6.3.1.2.	Acciones generadoras de impacto .....	33
6.3.1.3.	Objetivos .....	33
6.3.1.4.	Impactos a controlar .....	33
6.3.1.5.	Descripción de acciones .....	34

6.3.1.6.	Duración del programa .....	35
6.3.1.7.	Costos .....	35
6.3.2.	Programa control de erosión y arrastre de sedimentos.....	36
6.3.2.1.	Etapa del proyecto .....	36
6.3.2.2.	Acciones generadoras del impacto .....	36
6.3.2.3.	Objetivos .....	36
6.3.2.4.	Impactos a controlar.....	36
6.3.2.5.	Descripción de acciones .....	36
6.3.2.6.	Duración del programa.....	38
6.3.2.7.	Costos .....	38
6.3.3.	Programa Manejo y Conservación de Comunidades Vegetales.....	38
6.3.3.1.	Etapa del proyecto .....	38
6.3.3.2.	Acciones generadoras de impacto.....	38
6.3.3.3.	Objetivos .....	38
6.3.3.4.	Impactos a controlar.....	39
6.3.3.5.	Descripción de la medida .....	39
6.3.3.6.	Duración del programa.....	41
6.3.3.7.	Costos .....	41
6.3.4.	Programa Manejo y Conservación de Fauna Terrestre .....	41
6.3.4.1.	Etapa del proyecto .....	41
6.3.4.2.	Acciones generadoras de impacto.....	41
6.3.4.3.	Objetivos .....	42
6.3.4.4.	Impactos a controlar.....	42
6.3.4.5.	Descripción de la medida .....	42
6.3.4.6.	Duración del programa.....	46
6.3.4.7.	Costos .....	46

6.3.5. Programa Protección y conservación de fauna acuática .....	46
6.3.5.1. Etapa del proyecto .....	46
6.3.5.2. Acciones generadoras de impacto .....	46
6.3.5.3. Objetivos .....	46
6.3.5.4. Impactos a controlar .....	46
6.3.5.5. Descripción de acciones .....	47
6.3.5.6. Duración del programa .....	47
6.3.5.7. Costos .....	47
6.3.6. Programa Restauración de Riveras .....	48
6.3.6.1. Etapa del proyecto .....	48
6.3.6.2. Acciones generadoras de impacto .....	48
6.3.6.3. Objetivos .....	48
6.3.6.4. Impactos a controlar .....	48
6.3.6.5. Descripción de la medida .....	48
6.3.6.6. Duración del programa .....	48
6.3.6.7. Costos .....	48
6.4. Línea Estratégica de Medidas de Compensación .....	49
6.4.1. Programa de Reforestación y Restauración .....	49
6.4.1.1. Etapa del proyecto .....	49
6.4.1.2. Acciones generadoras de impacto .....	49
6.4.1.3. Objetivos .....	49
6.4.1.4. Impactos a controlar .....	49
6.4.1.5. Descripción de acciones .....	49
6.4.1.6. Duración del programa .....	52
6.4.1.7. Costos .....	53
6.4.2. Programa Manejo y llenado de embalse .....	53

6.4.2.1.	Etapa del proyecto .....	53
6.4.2.2.	Acciones generadoras de impacto .....	53
6.4.2.3.	Objetivos .....	53
6.4.2.4.	Impactos a controlar .....	53
6.4.2.5.	Descripción de acciones .....	53
6.4.2.6.	Duración del programa .....	54
6.4.2.7.	Costos .....	54
6.5.	Línea Estratégica de Sociales .....	54
6.5.1.	Programa de Atención Social .....	54
6.5.1.1.	Etapa del proyecto .....	54
6.5.1.2.	Acciones generadoras de impacto .....	55
6.5.1.3.	Objetivos .....	55
6.5.1.4.	Impactos a controlar .....	55
6.5.1.5.	Descripción de la medida .....	55
6.5.1.6.	Duración del programa .....	57
6.5.1.7.	Costos .....	57
6.5.2.	Programa Apoyo al Desarrollo Regional .....	57
6.5.2.1.	Etapa del proyecto .....	57
6.5.2.2.	Acciones generadoras de impacto .....	57
6.5.2.3.	Objetivos .....	58
6.5.2.4.	Impactos a controlar .....	58
6.5.2.5.	Descripción de la medida .....	58
6.5.2.6.	Duración del programa .....	59
6.5.2.7.	Costos .....	59
6.6.	Línea Estratégica de Contingencia y Respuesta a Emergencias.....	59
6.6.1.	Prevención y Control de Incendios Forestales .....	60

6.6.1.1.	Acciones preventivas .....	60
6.6.1.2.	Acciones ante un conato de incendio.....	60
6.6.1.3.	Acciones después del siniestro .....	61
6.6.2.	Prevención y control de derrames de combustibles y aceites.....	61
6.6.2.1.	Acciones preventivas .....	61
6.6.2.2.	Acciones correctivas .....	61
6.7.	Línea Estratégica de Seguimiento y Control .....	62
6.7.1.	Programa de Monitoreo de la calidad del aire.....	62
6.7.1.1.	Etapas del proyecto .....	62
6.7.1.2.	Acciones generadoras de impacto .....	62
6.7.1.3.	Objetivos .....	62
6.7.1.4.	Impactos a controlar.....	63
6.7.1.5.	Descripción de acciones .....	63
6.7.1.6.	Indicadores de monitoreo.....	63
6.7.1.7.	Duración del programa.....	64
6.7.1.8.	Costos .....	64
6.7.2.	Programa de Monitoreo del Ecosistema Acuático.....	64
6.7.2.1.	Etapas del proyecto .....	64
6.7.2.2.	Acciones generadoras de impacto .....	64
6.7.2.3.	Objetivos .....	64
6.7.2.4.	Impactos a controlar.....	65
6.7.2.5.	Descripción de acciones .....	65
6.7.2.6.	Indicadores de monitoreo y seguimiento.....	73
6.7.2.7.	Duración del programa.....	74
6.7.2.8.	Costos .....	74
6.7.3.	Programa de Monitoreo de los Ecosistemas Terrestres .....	74

6.7.3.1.	Etapa del proyecto .....	74
6.7.3.2.	Acciones generadoras de impacto .....	74
6.7.3.3.	Objetivos .....	74
6.7.3.4.	Impactos a controlar .....	74
6.7.3.5.	Descripción de acciones .....	75
6.7.3.6.	Costos .....	77
6.7.4.	Programa de Seguimiento y Monitoreo Socioeconómico.....	77
6.7.4.1.	Etapa del proyecto .....	77
6.7.4.2.	Acciones generadoras de impacto .....	77
6.7.4.3.	Objetivo .....	78
6.7.4.4.	Impactos a controlar.....	78
6.7.4.5.	Descripción de acciones .....	78
6.7.4.1.	Costos .....	78
6.7.5.	Programa de Supervisión.....	78
6.8.	Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.....	79

PARA CONSULTA AL PÚBLICO

CONTENIDO TABLAS

Tabla 6-1 Líneas estratégicas y programas de atención.....	11
Tabla 6-2 Sistemas de revegetación de taludes .....	35
Tabla 6-3 Límites máximos permisibles .....	64
Tabla 6-4 Parámetros de calidad del agua.....	67
Tabla 6-5 Recolección de muestras de calidad del agua.....	67
Tabla 6-6 Parámetros in situ de calidad del agua .....	69
Tabla 6-7 Propuesta de índice biológico de integridad .....	70
Tabla 6-8 Atributos para la estimación del índice de integridad biótica .....	73

---

CONTENIDO FIGURAS

Figura 6-1 Técnicas de protección de taludes propuestas.....	35
Figura 6-2 Equipo de muestreo.....	69
Figura 6-3 Proceso para la determinación del índice de integridad biótica.....	71

---

## 6. ESTRATÉGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

La estrategia adoptada por la Comisión Federal de Electricidad en la planeación y diseño del PH Chicoasén II, de acuerdo con su política ambiental ha sido en primer término evitar al máximo posible los impactos al ambiente que pudieran derivarse por el desarrollo del mismo. Considerando que la apertura de nuevos espacios en áreas forestales es la causa principal de fragmentación de hábitat y perturbación de los ecosistemas, las acciones emprendidas fueron las siguientes:

**Evitar la apertura de nuevos espacios para infraestructura de apoyo.**- Para la instalación de almacén, talleres, oficinas administrativas, área de carga de combustible etc. se planea ocupar los espacios cercanos a las oficinas de la C.H. Manuel Moreno Torres, los cuales fueron utilizados con el mismo fin durante la construcción y ampliación de esta central hidroeléctrica (Capítulo 2, figura 2.6).

**Reducción al máximo posible de la superficie afectable.**- El depósito del material rezaga, que por sus características no pueda ser utilizado en las obras del proyecto, será colocado en zonas previamente seleccionadas y en el área potencialmente inundable, de tal manera que queden cubiertas por el embalse. Por otra parte la cercanía del sitio seleccionado a la CH Chicoasén y la existencia de accesos, permitió reducir la apertura de áreas para el desarrollo de caminos de acceso y líneas de transmisión para servicio.

La estrategia para la prevención y mitigación de impactos considera los siguientes tipos de medida:

**Medidas de mitigación:** conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de cualquiera de sus etapas.

**Medidas de compensación:** conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles.

**Medidas de prevención:** son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente.

Así mismo la CFE ha integrado un Plan de Manejo Ambiental, el cual se describe a continuación:

### 6.1. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En la formulación del presente Plan Manejo Ambiental (PMA) del Proyecto Hidroeléctrico Chicoasén II se consideran las acciones del proyecto que implican los impactos ambientales, residuales y acumulativos, sobre el entorno y/o sistema ambiental regional.

El “Plan de Manejo Ambiental” que se presenta en este capítulo, establece las principales líneas estratégicas y acciones que deberán implementarse durante la preparación del sitio,



construcción y operación del PH Chicoasén II, con el objetivo general de prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales negativos y fortalecer los positivos, identificados y evaluados en el Capítulo anterior del presente documento; así como el seguimiento y monitoreo de las variables ambientales que permitan lograr que el proyecto evaluado se integre de manera adecuada a su entorno o área de influencia.

En atención a lo anterior, el Plan que requiere el proyecto se ha estructura en base a seis líneas estratégicas las cuales agrupan los siguientes programas:

Línea Estratégica	Programas
<b>Prevención y Control</b>	Manejo y control de emisiones atmosféricas y ruido
	Manejo integral de residuos sólidos
	Manejo de sustancias y materiales peligrosos
	Manejo de aguas residuales
	Información y capacitación ambiental
<b>Mitigación</b>	Protección de taludes
	Control de erosión y arrastre de sedimentos
	Manejo y conservación de comunidades vegetales
	Manejo y conservación de fauna terrestre
	Protección y conservación de fauna acuática
	Restauración de riberas
<b>Compensaciones</b>	Reforestación y restauración
	Manejo y llenado de embalse
<b>Sociales</b>	Atención social
	Apoyo al desarrollo regional
<b>Contingencias y Respuesta a Emergencias</b>	Prevención y control de incendios forestales
	Prevención y control de derrame de combustibles y aceites
<b>Seguimiento y control</b>	Monitoreo de la calidad del aire
	Monitoreo del ecosistema acuático
	Monitoreo del ecosistema terrestre
	Monitoreo socioeconómico
	Supervisión

Tabla 6-1 Líneas estratégicas y programas de atención

## 6.2. LÍNEA ESTRATÉGICA DE PREVENCIÓN Y CONTROL

En esta línea estratégica se incluyen los programas que integran las acciones con las cuales se busca prevenir y controlar la entrada y/o incremento de contaminantes en el Sistema Ambiental durante el desarrollo de las actividades del proyecto.

El objetivo es reducir, controlar y/o evitar el incremento de contaminantes a lo largo de todo el proceso de desarrollo del proyecto, haciendo uso de tecnologías y/o técnicas que van desde el cambio o diseño de estructuras del proyecto, modificación y adecuación de procesos constructivos y de operación de tal manera que se asegure el cumplimiento de los requerimientos legales señalados en el capítulo 3.

### **6.2.1. Programa de Manejo y control de emisiones atmosféricas y ruido**

#### **6.2.1.1. Etapa del proyecto**

Preparación de sitio y construcción

#### **6.2.1.2. Acciones generadoras de impacto**

- Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo
- Uso y manejo de explosivos

#### **6.2.1.3. Objetivos**

Recomendar acciones encaminadas a prevenir o controlar las alteraciones que se producirán en el componente atmosférico por causa del proyecto.

Proteger la salud de los trabajadores del proyecto y de las comunidades que habitan en la zona de influencia de éste.

Cumplir con la normatividad sobre calidad de aire contemplada con la normatividad ambiental vigente.

#### **6.2.1.4. Impactos a controlar**

- Emisiones a la atmósfera
- Incremento en los niveles de ruido

#### **6.2.1.5. Descripción de acciones**

##### *A. Mantenimiento preventivo de vehículos*

Todos los vehículos y maquinaria que utilicen diesel o gasolina como combustible y que se pretendan utilizar, deberán acreditar que sus emisiones de gases y ruido cumplen con lo establecido en la normatividad vigente aplicable antes de entrar al sitio.

Elaborar un inventario de la maquinaria y vehículos a utilizar durante el desarrollo de las actividades.

Llevar una bitácora por cada vehículo, en la cual deberá indicar las fechas de mantenimiento de acuerdo a las horas de trabajo especificadas para cada tipo de maquinaria, o en su caso el kilometraje de acuerdo a lo especificado para el vehículo.

Al menos una vez en seis meses se deberá realizar la verificación de las emisiones de los escapes de los vehículos y maquinaria utilizada en las actividades de exploración.

Realizar periódicamente los servicios que disminuyan las emisiones gases y ruido a la atmósfera.

Es responsabilidad de la persona o el área responsable del mantenimiento de los vehículos, maquinaria e instalaciones, elaborar una bitácora de servicio por cada elemento, donde registre el tipo de servicio que se le ha brindado. Las bitácoras de servicio deben permanecer en los talleres de mantenimiento y en las instalaciones para su verificación, conteniendo los siguientes datos:

- Tipo de vehículo, maquinaria o nombre de la instalación
- No. Económico
- Área a la que está asignado el vehículo, maquinaria o instalación
- Modelo del vehículo o maquinaria
- Condiciones generales
- Tipo y responsable del servicio, fecha y lugar

#### *B. Control de emisiones de polvos y partículas*

Durante la operación de las plantas trituradoras y dosificadoras, se deben utilizar mecanismos, que minimicen la dispersión de polvos fugitivos, estableciendo dispositivos de control que permitan su retención.

El Contratista debe realizar al menos tres riegos diarios, con agua cruda en las terracerías y brechas que utilice, con el fin de evitar afectaciones por polvos en las áreas aledañas a los caminos.

#### *C. Control de emisiones de ruido*

Con el fin de minimizar los niveles de ruido, el contratista deberá tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Mantenimiento preventivo adecuado (engrase de piezas móviles, limpieza permanente, reemplazo de piezas averiadas, etc.)

Crear barreras acústicas, preferiblemente perimetrales que atrincheren las instalaciones que son fuentes de ruido.

Disponer la secuencia de iniciación de la voladura de rocas, de modo que progrese desde el punto más cercano al receptor y avance alejándose de él.

Evitar el empleo de cordón detonante al aire libre, de ser necesario cubrirlo con arena fina.

Los equipos, maquinaria y vehículos deberán contar con silenciadores y sistemas que permitan el control de los niveles de ruido, dentro de los valores establecidos en la legislación ambiental.

El Contratista debe realizar al menos tres riegos diarios, con agua cruda en las terracerías y brechas que utilice, con el fin de evitar afectaciones por polvos en las áreas aledañas a los caminos.

### 6.2.1.6. Duración del programa

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio y construcción (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

### 6.2.1.7. Costos

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

## 6.2.2. Programa Manejo integral de residuos sólidos

Para manejar integralmente los residuos que se generaran durante las etapas del proyecto, es necesario inicialmente definir los tipos de residuos que serán generados, con el fin de realizar un manejo diferencial de los mismos, acorde con sus características.

Partiendo de las definiciones establecidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos se realiza una primera clasificación de los residuos que se generaran en las etapas de construcción y operación del proyecto.

**Residuos Sólidos Urbanos.**- Los generados en campamentos, oficinas, y frentes de obra, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilicen en actividades domésticas, de los productos que se consuman y de sus envases, embalajes o empaques.

**Residuos de manejo especial.**- Son aquellos generados dentro de los almacenes, talleres y frentes de obra, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos.

**Residuos de peligrosos.**- Son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confiera peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieren a otro sitio.

### 6.2.2.1. Etapa del proyecto

Preparación de Sitio y Construcción

### 6.2.2.2. Acciones generadoras de impacto

- Generación y disposición de residuos sólidos municipales
- Generación y disposición de residuos industriales
- Generación y disposición de residuos peligrosos
- Disposición de materiales de excavaciones

### 6.2.2.3. Objetivos

- Dar a los residuos el tratamiento adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final.
- Prevenir la contaminación del medio ambiente que pudiera generar la inadecuada disposición de los mismos.

### 6.2.2.4. Impactos a controlar

- Contaminación de suelos
- Modificación en la calidad del agua
- Pérdida y perturbación del hábitat
- Modificación del paisaje
- Modificación del relieve

### 6.2.2.5. Descripción de acciones

#### A. Manejo de residuos sólidos urbanos

#### Diseño y construcción de rellenos sanitario

**Elaboración del proyecto ejecutivo de relleno sanitario.-** La selección del sitio para la disposición final de residuos sólidos urbanos se realizará de acuerdo a los criterios de selección de sitios destinados a relleno sanitario establecidos en la NOM-083-SEMARNAT-1996 y a las consideraciones que para tal efecto tengan las autoridades gubernamentales del estado y municipio correspondiente.

**Construcción de relleno sanitario.-** Una vez autorizado el proyecto será iniciada la construcción del mismo de acuerdo a las especificaciones de la NOM-084-SEMARNAT-1996.

**Trámites y autorizaciones.-** El contratista será el responsable de realizar la gestión de las autorizaciones y permisos requeridos ante las diferentes dependencias.

**Identificación de los centros generadores.-** Para un mejor manejo de los residuos producidos durante la construcción de la obra, se agruparán los frentes de obra y/o centros generadores según el tipo de residuo.

**Identificación de centros de acopio.-** Se identificarán los centros de acopio más cercanos al sitio de obra de tal manera que se asegure el reciclaje de los residuos clasificados y separados para este fin.

#### Diseño y acondicionamiento de área para composta

**Separación de residuos.-** Para llevar a cabo esta tarea en cada uno de los frentes de obra o centros generadores se llevara a cabo las siguientes actividades:

- Identificar el sitio más apropiado para la ubicación de recipientes para el depósito y separación de residuos.
- Los residuos generados en los frentes de trabajo, serán separados en inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables y orgánicos.
- En cada frente de trabajo se colocarán tres recipientes (tambos de 200 L), debidamente etiquetados, con indicaciones claras sobre los residuos que se deben depositar en cada uno.
- Cada contenedor será identificado con un color diferente, indicando su contenido de la siguiente manera: verde para el depósito de residuos orgánicos, azul para residuos inorgánicos reciclables, negro para residuos inorgánicos no reciclables, en áreas de oficina o centros generadores se colocará además uno amarillo para el depósito de papel y cartón.
- Cada contenedor deberá contar con un letrero visible de color blanco donde se indique el nombre del tipo de residuo que es depositado en el contenedor.
- En cada contenedor se coloca una bolsa negra para recolección de residuos y para proteger el fondo del contenedor de contaminación. Esta bolsa debe ser colectada cuando cuente con un 85 o 90 % de su capacidad, con el fin de poder manipularse.
- La distribución de los contenedores está acorde con la concentración del personal en la obra, tomando en cuenta que un tambo de 200 l, tiene la capacidad para almacenar residuos de 25 personas.

**Recolección de residuos sólidos urbanos.-** Se realizará en vehículos cerrados y empleados exclusivamente para tal fin. La recolección de residuos diferentes a los orgánicos podrá realizarse por lo menos cada tercer día. Con respecto a los orgánicos deberán retirarse diariamente de los sitios de mayor generación (cocina y comedores) teniendo en cuenta que un periodo más largo puede producir una descomposición más avanzada de la materia orgánica, provocando olores molestos, proliferación de moscas y lixiviados.

**Almacén temporal de residuos reciclables.-** Se determinará el sitio adecuado para el almacén temporal de los residuos reciclables, los cuales deberán ser enviados a centros de acopio previamente identificados y seleccionados.

**Disposición final.-** De acuerdo a su clasificación los residuos reciclables deberán ser entregados a centros de acopio en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, los residuos orgánicos serán enviados al área de compostaje y los residuos no reciclables se dispondrán en relleno sanitario.

Para la operación del relleno sanitario y elaboración de composta serán elaboradas instrucciones técnicas que aplicará el personal operativo.

### *B. Manejo de residuos peligrosos*

**Identificación de los residuos peligrosos:** La identificación de los residuos peligrosos se realiza conforme a lo previsto en la Ley. La identificación se basa fundamentalmente en determinar si el residuo de que se trate, se encuentra listado en alguna de las cuatro tablas que forman parte de la NOM-052-SEMARNAT-1993. Si el residuo no se encuentra relacionado en

la norma referida, y se tienen dudas acerca de su potencial peligrosidad, se determina las características de corrosividad (C), reactividad (R), explosividad (E), toxicidad al ambiente (T), inflamabilidad (I) y biológico infecciosas (B), atributos que en conjunto se les denomina características CRETIB. Esta determinación se basa fundamentalmente en el análisis de algunas propiedades de los residuos.

**Estimación de la cantidad de residuos peligrosos a manejar:** Se estima una generación del orden de 5,4 toneladas al año. Se solicitará a cada frente de trabajo el programa de utilización de los materiales que pueden producir residuos peligrosos. Esta información es concentrada y se determina un esquema de la generación de residuos peligrosos, el cual es la base para la determinación de las operaciones necesarias para el confinamiento temporal de los mismos, equipo e instalaciones requeridas y necesidades de contratación de mano de obra y servicios.

**Tramites y autorizaciones.-** De acuerdo a la cantidad estimada para la generación de residuos se realizará el **Registro de generador de residuos peligrosos** aplicable ante la SEMARNAT. Las autorizaciones relacionadas a la recolección, transporte y disposición final serán responsabilidad de la empresa contratada especialista en este rubro.

### **Instalaciones para el manejo de residuos peligrosos**

A partir del esquema para la generación de residuos peligrosos, se definen las instalaciones, personal, equipo y servicios requeridos para el manejo; es importante considerar que en el sitio del proyecto sólo se considera el almacenamiento temporal y que para el retiro y disposición final se incluya la contratación de empresas especializadas.

El proyecto para el almacén temporal considerara lo siguiente:

- a. Áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- b. Ubicado en una zona donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- c. Dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.
- d. Pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conducen los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño.
- e. Pasillos que permiten el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia.
- f. Sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados.
- g. Señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles.
- h. El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad,

previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y la altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

#### **Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas:**

- No existen conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que permiten que los líquidos fluyan fuera del área protegida.
- Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables.
- Ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, tiene una capacidad de recepción de seis cambios de aire por hora.
- Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y no rebasar la capacidad instalada del almacén.
- No rebasar la capacidad instalada del almacén

#### **Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas:**

Están localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1,5, al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, los pisos están lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados.

En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y en los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos están cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento. En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos toman las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

#### **Separación de residuos peligrosos en centros generadores**

En la zona industrial y los talleres de mantenimiento de la maquinaria se colocan contenedores donde se clasifican de la siguiente forma: aceites y grasas gastados, solventes, materiales contaminados, envases y/o empaques.

Los contenedores o envases donde se depositan los residuos deben cumplir con las características indicadas por las empresas recolectoras autorizadas, sin embargo se debe hacer una separación, en los centros de generación y antes de depositarlos en los contenedores, para que no tengan contacto con el suelo, estopas, madera, envases, plástico, entre otros.

El área donde se colocan los contenedores de residuos peligrosos en los centros generadores deberá situarse alejada a más de 50 m, del área de residuos sólidos urbanos, cada contenedor cuenta con un área de 2 x 2 m, la cual se cubre con concreto y solo se utiliza para la colocación del contenedor. Esta área, deberá contar con un letrero que indique que la zona está destinada exclusivamente para depósito de residuos peligrosos.



### **Transporte al sitio de disposición temporal**

Los contenedores para el traslado de residuos desde los centros generadores hacia el sitio de disposición temporal, serán tambos metálicos de 200 litros con una tapa que se encuentre unida por medio de una bisagra, para que los residuos permanezcan tapados. No deben presentar fugas.

Deben estar pintados de color rojo y contar con una etiqueta de color blanco y contorno negro de 20x25 cm, la cual debe contener en la parte media superior una calavera con tibias cruzadas de color negro y en la parte inferior un letrero negro con la palabra "Peligro".

### **Recolección y traslado de residuos al almacén temporal:**

El traslado se realizará en camiones de redilas que cuenten con los aditamentos necesarios para el aseguramiento de los contenedores, ya que estos no deben caerse o golpearse entre ellos. Los camiones deben circular a una velocidad máxima de 40 km/h y no salirse de la ruta establecida en el programa de almacenamiento de residuos peligrosos. Durante el transporte de los residuos, los vehículos utilizados, deben de estar correctamente identificados.

Los residuos peligrosos generados, no deberán permanecer por más de seis meses en el almacén temporal.

### **Traslado y disposición final de residuos peligrosos**

El traslado y disposición final de los residuos peligrosos se realizará a través de la contratación de una empresa autorizada para el desarrollo de estas actividades.

### **Bitácora**

Se llevarán el registro de los residuos peligrosos en una bitácora en la cual se realice el control de la recepción de los residuos peligrosos y entrega para su disposición final. La información que debe registrarse en la bitácora es la siguiente:

- a. Nombre del residuo y cantidad generada;
- b. Características de peligrosidad;
- c. Área o proceso donde se generó;
- d. Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos
- e. Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;
- f. Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y
- g. Nombre del responsable técnico de la bitácora.
- h. La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.

### *C. Manejo de residuos excedentes de excavación*

El material producto de las excavaciones y cortes que por sus características no pueda ser utilizado en la construcción de las obras y revestimiento de caminos deberá ser depositado en los sitios previamente seleccionados.

Los aspectos a tener en cuenta durante el desarrollo de esta actividad son los siguientes:

**Manejo de taludes:** El tratamiento de los taludes de las zonas de depósito de excedentes de excavación es similar al de los taludes de corte en la construcción de las obras señalados anteriormente. La pendiente máxima del talud será de 1:1,5 dado que las condiciones del material y la compactación no garantizan la estabilidad del mismo con pendientes mayores.

El talud debe conformarse a medida que se deposita el material desde abajo hacia arriba en capas de 0,60 metros como máximo.

El control de arrastre y sedimentación de partículas deberá iniciarse desde el momento de adecuación del sector. Se recomienda la construcción de un terraplén en material seleccionado con el objeto de que éste impida el transporte de las partículas arrastradas desde los taludes y constituya una base estable para el depósito.

La adecuación del terraplén dependerá del uso futuro que vaya a dársele al área que será utilizada como depósito.

**Drenajes:** Cada uno de los depósitos contará con las obras necesarias para captar las aguas lluvias y de escorrentía, con el objeto de encauzarlas en forma adecuada para garantizar la estabilidad del material y evitar posibles arrastres a causa de deslizamientos.

La adecuación de drenajes en cada depósito considera básicamente dos aspectos:

**Drenajes externos:** Se construirán en cada depósito zanjas perimetrales que recojan las aguas de escorrentía con sedimentos. Este canal conducirá las aguas por gravedad hacia un punto de salida. Deberán construirse desarenadores o decantadores antes de que el agua llegue al cauce de ríos y arroyos.

**Drenajes internos:** Se construirán drenajes internos con el fin de evacuar las aguas de infiltración a través del cuerpo de cada depósito, y así mismo, garantizar su estabilidad.

En los depósitos donde la inundación es completa, de tal forma que el nivel del agua del embalse siempre estará por encima del nivel de los taludes cubriéndolos permanentemente, éstos deberán ser compactados con maquinaria.

En los depósitos donde la inundación es parcial, de tal forma que el nivel del agua del embalse asciende y desciende en la zona de los taludes, éstos se protegerán con enrocados, con el fin de garantizar que tanto durante el llenado del embalse como durante la fase de operación, no se presenten derrumbamientos o deslizamientos en ellos que puedan comprometer la estabilidad de las zonas aledañas.

#### *D. Manejo de residuos de la construcción y especiales*

**Identificación de áreas y/o frentes de obra generadoras.-** Se identificarán los frentes de obra que generen residuos de manejo especial.

**Separación de residuos.**- En cada frente de obra identificado como generador se seleccionará el espacio más adecuado para la colocación de contenedores donde se realizará la separación.

**Valorización de residuos.**- Los residuos especiales deberán ser valorizados de acuerdo a sus características y posibilidades de uso y reciclaje.

**Disposición final.**- La disposición final se realizará de acuerdo a los resultados de valoración y podrá ser dispuesta para su reciclaje en las obras del proyecto o fuera del mismo. Aquellas que no cumplan con las condiciones para su reuso y reciclaje serán dispuestas en el relleno sanitario.

#### **6.2.2.6. Duración del programa**

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio y construcción (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

#### **6.2.2.7. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

### **6.2.3. Programa de manejo de sustancias y materiales peligrosos**

#### **6.2.3.1. Etapa del proyecto**

Preparación de Sitio y Construcción

#### **6.2.3.2. Acciones generadoras de impacto**

- Uso y manejo de explosivos
- Uso y manejo de combustibles

#### **6.2.3.3. Objetivos**

- Establecer estrategias para el manejo adecuado de combustibles y explosivos con la finalidad de prevenir la contaminación de suelos por derrames y accidentes por el manejo inadecuado

#### **6.2.3.4. Impactos a controlar**

- Contaminación de suelos
- Pérdida y perturbación del hábitat
- Modificación del paisaje

### 6.2.3.5. Descripción de acciones

#### A. Manejo de Explosivos

**Autorizaciones y permisos.** Se realiza el trámite y la autorización ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y/o la Secretaría de la Defensa Nacional, para el manejo, transporte y/o almacenamiento de explosivos y combustibles que se pretenden utilizar en el proyecto.

**Estimación de la cantidad de materiales peligrosos a manejar:** Cada frente de trabajo debe elaborar su programa de requerimientos de explosivos y combustibles. Esta información es concentrada y se determina un esquema general de las necesidades de los materiales. Este registro es la base para determinar las operaciones necesarias para el almacenamiento temporal de los mismos, equipo e instalaciones requeridas y necesidades de contratación de mano de obra y servicios.

**Acondicionamiento del sitio de almacenamiento:** Para el proyecto Chicoasén II se utilizará el almacén con que cuenta SEDENA en el sitio del campamento militar en el Juy Juy. El almacenamiento de materiales explosivos se efectuará conforme a la Ley Federal de Armas de Fuegos y Explosivos y su Reglamento de la SEDENA, misma que contiene: requerimientos para almacenamiento, permisos para fabricantes y distribuidores, permisos a usuarios y expedientes de los reportes requeridos a los permisionarios

#### B. Manejo de combustibles

**Acondicionamiento y rehabilitación de la estación de servicios para combustible.-** Para esta tarea se considera lo siguiente:

- Delimitar el sitio donde se construye el almacén de combustibles con marcas visibles (estacas, cintas, cal).
- Retiro de maleza y limpieza del área dentro del la poligonal delimitada.
- Módulo de abastecimiento de gasolina para una posición de carga, de concreto hidráulico, con guarnición perimetral de concreto.
- Módulo de abastecimiento de diesel para una posición de carga, de concreto hidráulico, con guarnición perimetral de concreto.
- Bodega con piso de concreto hidráulico y muros de block, con aplanado pulido cemento-arena.
- Área de residuos no peligrosos, con piso de concreto hidráulico con pendiente de 1% en el sentido del drenaje; muros de block con aplanado pulido cemento-arena.
- Dispensario de gasolina de dos mangueras, para uno o dos productos, con cómputo independiente por posición de carga.
- Dispensario para diesel de dos mangueras, para uno o dos productos, con cómputo independiente por posición de carga.
- Pavimentos en vialidades y posiciones de servicio, de concreto hidráulico, con pendiente mínima de 1% orientada hacia el drenaje.
- Banquetas perimetrales de concreto armado, con ancho libre de 1 m.

- Guarniciones de banquetas, de concreto armado, con peralte de 0,15 m.
- Drenaje pluvial con pendiente mínima de 2%, tubería de concreto asfaltado.
- Drenaje de aguas aceitosas en el área de tanques de almacenamiento, basándose en cepas de sección rectangular, de concreto armado, pendiente mínima de 2%, cubiertas con rejilla tipo Irving o similar.
- Registros para captación de aguas aceitosas en el área de dispensarios, de block con aplanado pulido cemento-arena y tapa con rejilla tipo Irving o similar.
- Trampa de grasas, de concreto armado, con registro de sedimentación y registro de salida con tapas de rejilla tipo Irving o similar. Colocación de sistemas de recuperación de vapores Fase I, durante la transferencia de autotanques a tanques de almacenamiento.
- Colocación de sistemas de recuperación de vapores Fase II, durante la transferencia de tanques de almacenamiento a vehículos automotores.
- Colocación de tubería de acero al carbón para la conducción de combustible de tanques de almacenamiento a dispensarios.
- Colocación de tanques superficiales para almacenamiento de combustibles, de pared sencilla.
- Construcción de cimentación para tanque de almacenamiento de combustibles, de concreto armado, considerando el peso muerto del tanque, el peso del producto que almacenará al 100% de capacidad, y un factor de seguridad.
- Construcción de diques de contención en el perímetro de los tanques de almacenamiento de combustible, de concreto armado, con pisos de concreto impermeable y pendiente hacia los drenajes.
- Construcción de muro de colindancia de la estación de servicio, construido de block con acabado pulido cemento arena.
- Suministro de energía eléctrica a la estación de servicio de combustibles.
- Suministro y mantenimiento de extinguidores con polvo químico para incendios tipo A, B, C.
- Construcción de cisterna para almacenamiento de agua, de concreto armado y acabado pulido.
- Colocación y mantenimiento de señalamientos de seguridad e información dentro de la estación de servicio.

**Para el uso de de Materiales Peligrosos, se debe determinar:**

- a. Área y persona (s) responsables del manejo, transporte y almacenamiento de los materiales peligrosos.
- b. Localización de los sitios donde se ubicarán las instalaciones.
- c. Empresas que serán contratadas para el transporte de los explosivos y combustibles.
- d. Cumplimiento de las condiciones de las normas NOM-025-SCT2-1994, NOM-009SCT2-1994 y demás normas aplicables para el transporte y almacenamiento para los materiales peligrosos.

- e. Elaboración de las bitácoras para cada uno de los sitios de almacenamiento de materiales.
- f. Programa para la recarga de los combustibles y explosivos en los sitios de almacenamiento.

### **Bitácora**

Se llevarán dos bitácoras en los sitios de almacenamiento, una para el control de las fechas y volúmenes de los materiales que se proveen y recargan en los sitios de almacenamiento y otra para llevar un control de las salidas de estos materiales, hacia los frentes de trabajo.

La información que debe contener la bitácora para la recarga de materiales peligrosos es:

- a. Tipo de material
- b. Fecha y hora de recarga
- c. Volumen y/o cantidad de material
- d. Empresa provee el material

La información que debe contener la bitácora para la salida de material es:

- a. Tipo de material
- b. Fecha y hora de salida
- c. Volumen y/o cantidad de material
- d. Frente de trabajo y/o área que lo solicita
- e. Nombre de la persona que lo recogerá

#### **6.2.3.6. Duración del programa**

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio y construcción (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

#### **6.2.3.7. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

### **6.2.4. Programa Manejo de aguas residuales**

#### **6.2.4.1. Etapa del proyecto**

Preparación de Sitio y Construcción

#### **6.2.4.2. Acciones generadoras de impacto**

- Generación y disposición de aguas residuales

### 6.2.4.3. Objetivos

- Manejar y controlar las descargas de aguas residuales generadas durante la construcción del proyecto

### 6.2.4.4. Impactos a controlar

- Contaminación de suelos
- Modificación en la calidad del agua

### 6.2.4.5. Descripción de acciones

#### A. *Identificación de centros generadores*

Con base en la información de la infraestructura del proyecto, la ocupación de las áreas de ordenamiento, la población que se espera durante la construcción y las actividades o procesos en los que interviene la utilización de agua, se identifican los centros generadores de aguas residuales y se clasifican de acuerdo a su uso:

- Industrial: incluye talleres, plantas dosificadoras y plantas trituradoras, entre otras, pero que no contengan en ningún caso, residuos que pueden ser clasificados como peligrosos;
- Domésticas: incluye campamentos, comedores, sanitarios, regaderas, lavaderos, lavanderías, así como oficinas de Supervisión, oficinas de plantas y talleres, instalaciones del Contratista, de gobierno y apoyos como estación de bomberos, correos, telégrafos, etc.
- Pluviales: las provenientes de las precipitaciones las cuales son captadas y descargadas mediante sistemas independientes a los anteriores. En ningún caso, se considera descarga de tipo doméstico las provenientes de las clínicas, plantas de trituración, mezclado de asfaltos, dosificadora de concreto, patios de servicio, patios de mantenimiento de maquinaria y equipo, estación de combustible y área de trabajo de los talleres, a excepción de las provenientes de la oficina, siempre y cuando no esté conectada con el drenaje del resto del área del taller.

#### B. *Cuantificación y Caracterización de las descargas:*

Para cada una de las descargas se determina el volumen de agua residual, así como las características físico químicas de las mismas. Se estima una generación de 120 l/trabajador /día para las descargas domésticas.

#### C. *Tratamiento de aguas residuales domésticas*

**Elaboración de proyecto ejecutivo.**- con base en la información anterior se realiza el diseño de los sistemas de tratamiento, tomando en cuenta:

- a. Construir el menor número de plantas de tratamiento, proyectando colectores concentrando las descargas a un punto o puntos determinados.
- b. Los colectores no deben mezclar aguas residuales de las instalaciones industriales con las domésticas o pluviales. Estos colectores, son individuales para cada tipo de servicio.
- c. Los colectores provenientes de clínicas, plantas de trituración, mezclado de asfaltos, dosificadora de concreto, patios de servicio de mantenimiento de maquinaria y equipo, estación de combustible y área de trabajo de los talleres, deben de contar con pisos de concreto hidráulico, colectores perimetrales de los escurrimientos sobre la base de rejillas tipo Irving y un sistema de tratamiento primario (trampas de grasas, pozas decantadoras) previo a su descarga al colector general o contar de forma independiente con un sistema de tratamiento particular.
- d. Los drenajes y colectores son independientes de aquellos que descarguen agua pluvial. En ningún se mezclan.
- e. Que el sistema propuesto sea eficiente para el tratamiento de las aguas residuales de las características que se determinaron.
- f. La operación y el mantenimiento son sencillos, para abatir costos de equipo, instalaciones y /o personal.
- g. Que la superficie requerida para su instalación, sea acorde con la disponible y la topografía del terreno.
- h. Que las condiciones fisicoquímicas de la descarga, cumplan con las normas oficiales mexicanas y el impacto ambiental derivado de la construcción y operación, sea el menor posible.

El tren de tratamiento deberá considerar los siguientes procesos:

*Tratamiento previo.*- Separación de cuerpos gruesos y arenosos, que son arrastrados junto con las aguas residuales, los operaciones mínimos que deben considerarse son el desarenado y desengrasado.

*Tratamiento primario.*- Tiene como objetivo la separación por medios físicos habitualmente complementados con medios químicos, de los sólidos en suspensión sedimentables no retenidos en el tratamiento previo, las operaciones unitarias a considerar son: sedimentación o decantación; flotación; y floculación.

*Tratamiento terciario.*- En esta fase del tratamiento se deberá considerar la eliminación de la materia orgánica biodegradable no sedimentable, este proceso consiste en provocar el crecimiento de microorganismos que asimilan la materia orgánica, transformándola en nuevos microorganismos insolubles que después serán separados del agua residual por sedimentación.

*Tratamiento de lodos.*- Los procesos que deberán considerarse son los siguientes:

Espeamiento.- proceso de concentración de fango a fin de eliminar la mayor parte posible de agua y reducir, de esta manera, el volumen de lodos; esta concentración puede realizarse a través de métodos físicos (centrifugación, sedimentación y filtración).



Estabilización.- Se realiza mediante procedimientos de digestión aerobia o anaerobia, o con tratamientos químicos o térmicos. Con ello el fango pierde sus características de putrescibilidad, se eliminan malos olores e inconvenientes sanitarios.

Deshidratación.- proceso final de reducción del contenido de agua generalmente a través del secado térmico.

**Construcción plantas de tratamiento.-** Una vez aprobado el proyecto ejecutivo se procede a la construcción de los sistemas de tratamiento identificados como necesarios.

**Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento.-** La operación y mantenimiento se realizará conforme al manual previamente elaborado para tal fin.

Las aguas tratadas se utilizarán para el riego de áreas verdes y para el riego de vialidades internas y accesos a la obra.

Los fangos una vez depurados se enviarán al área de composta o podrán ser utilizados en las actividades de reforestación y restauración.

#### *D. Tratamiento de aguas residuales industriales*

**Manejo de grasas y aceites en la zona de talleres:** En cada uno de los talleres se deberá destinar un área para almacenar en recipientes los aceites quemados y usados, recuperados del mantenimiento periódico que se le hace a los vehículos y a la maquinaria.

En lo posible, los aceites quemados o usados se le entregarán a empresas que los reciclen o aprovechen industrialmente.

Además de recoger los aceites quemados y usados y darles el manejo correcto, los sistemas de recolección de aguas de lluvia de los talleres, contarán con trampas de grasas para separar los aceites que eventualmente lleguen a mezclarse con el agua lluvia, para evitar la contaminación de los cuerpos de agua receptores.

Debido a la dificultad para estimar la producción de grasas que se pueda generar en cada uno de los talleres, se dimensionará una trampa de grasas típica. Por lo anterior, deberá hacerse seguimiento al funcionamiento hidráulico de la trampa de grasa construida en cada taller, para establecer la periodicidad del mantenimiento.

El tiempo de retención apropiado para el diseño de la trampa de grasas es de cinco minutos.

Las trampas de grasas podrán construirse haciendo uso de bloque de concreto y tubería sanitaria de PVC, ó también pueden instalarse trampas de grasas prefabricadas en asbesto cemento, suministradas por firmas que producen prefabricados en este material.

**Diseño y construcción de estanque de sedimentación para plantas de concreto y triturado:** las aguas de lluvias y de escorrentía, captadas dentro de las áreas de trabajo de las plantas de trituración y de concreto, como las aguas residuales industriales provenientes del proceso de trituración, lavado y preparación de mezclas de concreto, deberán pasar por un tratamiento antes de ser vertidas. En los cálculos el diseño del desarenador se tendrán en cuenta los siguientes parámetros: caudal máximo diario, diámetro de las partículas a remover, porcentaje de remoción y temperatura del agua.

Los colectores provenientes de plantas de trituración, mezclado de asfaltos, dosificadora de concreto, patios de servicio de mantenimiento de maquinaria y equipo, estación de combustible y área de trabajo de los talleres, deben contar con pisos de concreto hidráulico, colectores perimetrales de los escurrimientos sobre la base de rejillas tipo Irving y un sistema de tratamiento primario (trampas de grasas, pozas decantadoras, etc.) previo a su descarga al colector general o contar de forma independiente con un sistema de tratamiento particular.

### *E. Sanitarios móviles*

**Identificación de necesidades.-** Sobre el estimado de la población que se pretende emplear en el proyecto, la distribución de los frentes de trabajo, la ubicación de la infraestructura (campamentos, comedores, oficinas, talleres, almacenes, etc.) y la planeación de las actividades, se determina el número de sanitarios móviles para ser utilizados durante el desarrollo del proyecto.

**Instalación y operación.-** La instalación se debe apegar a:

- a. Un sanitario por cada quince trabajadores o por la fracción de esta cantidad
- b. Colocados firmemente en el terreno (no sujetos).
- c. Fuera del alcance de vehículos, equipo y maquinaria, la distancia mínima de las áreas de maniobra o rodamiento es de tres metros.
- d. De preferencia colocado bajo un toldo que les proporcione sombra, y debe estar separado del techo de la caseta al menos cincuenta centímetros.
- e. La distancia media entre las casetas y el trabajador más alejado (en el frente de trabajo) no es mayor a 35 m.
- f. Retirados como mínimo a 25 m de los almacenamientos, contenedores-expendedores de agua potable.
- g. Para la instalación se utilizan los terrenos más convenientes, no se permite el desmonte o nivelación adicional.
- h. El sitio se debe mantener limpio; sin basura, malos olores o contaminantes visuales.

Para el mantenimiento de los sanitarios móviles queda prohibida la descarga de los residuos a cursos o cuerpos de agua, estos deben ser tratados por la empresa subcontratada.

### **Retiro de los Sanitarios Móviles**

Al final del servicio todas las áreas deben ser limpiadas y retirada cualquier evidencia del sitio; no se permite como limpieza el movimiento de tierras para cubrir estos terrenos.

### *F. Solicitud de autorización para la construcción de los sistemas de tratamiento*

De acuerdo legislación vigente, compete a los estados la autorización en materia de impacto ambiental, de la instalación de sistemas de tratamiento. La solicitud se realiza según sea el caso, elaborando la manifestación de impacto ambiental y solicitando la autorización estatal correspondiente.

### G. *Permiso de la descarga de agua residual*

El registro de la descarga se realiza ante la CONAGUA. A la entrega del registro, la CONAGUA tiene la facultad para solicitar informes periódicos acerca del volumen y características físico químicas de las aguas residuales que se descarguen.

#### **6.2.4.6. Duración del programa**

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio y construcción (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

#### **6.2.4.7. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

### **6.2.5. Programa Información y Capacitación Ambiental**

La capacidad para planificar e implementar respuestas a los problemas ambientales generados por el proyecto, puede verse limitada por un conocimiento insuficiente de las actividades causantes de la degradación ambiental, así como de sus efectos.

Mediante esta línea se busca fortalecer a los diferentes sectores y actores responsable de la gestión ambiental al interior del proyecto, desarrollando programas formativos para el personal de las entidades involucradas en la construcción, a saber: empresa propietaria de la obra (CFE) y firmas contratistas encargadas del desarrollo y supervisión de la misma.

#### **6.2.5.1. Etapa del proyecto**

- Preparación de sitio y construcción
- Mantenimiento y operación

#### **6.2.5.2. Acciones generadoras de impacto**

- Todas las actividades del proyecto

#### **6.2.5.3. Objetivos**

- Concientizar y capacitar al personal que labora en el proyecto, sobre las relaciones causales entre el desempeño de las actividades propias de cada profesión u oficio y la conservación del medio ambiente.
- Fortalecer o propiciar la cultura de la prevención como parte integral del comportamiento del personal con el fin de preservar su integridad física y la conservación de los recursos naturales.

- Divulgar el conocimiento de los recursos naturales de interés prioritario para la región, como forma de contribuir a su conservación.
- Implementar acciones de educación ambiental que apoyen las actividades desarrolladas en los programas de manejo y conservación de ecosistemas.
- Realizar talleres de educación ambiental dirigidos al personal vinculado al proyecto, enfatizando en el conocimiento de los impactos que causan sus actividades sobre el medio ambiente y la forma de participar en el manejo de dichos impactos.

#### 6.2.5.4. Impactos a controlar

- Contaminación de suelos
- Modificación en la calidad del agua
- Pérdida de individuos de especies incluidos en la NOM 059
- Muerte accidental y/ cacería de individuos
- Pérdida y perturbación de hábitat
- Modificación de paisaje

#### 6.2.5.5. Descripción de la medida

##### A. *Capacitación ambiental*

Todo el personal que participa en la construcción del proyecto puede jugar un papel en la gestión ambiental, razón por la cual el programa de entrenamiento estará constituido en forma de una amplia red. Todos los trabajadores deben ser capacitados sobre: los impactos ambientales que causan sus actividades, el plan de manejo ambiental, los aspectos clave de la gestión ambiental del proyecto y las responsabilidades, normas y procedimientos que rigen para sus actividades, y la importancia de cumplir con estos requisitos.

El personal del proyecto recibirá el entrenamiento adecuado al efecto ambiental causado por sus actividades. Sin embargo, el entrenamiento será sólo uno de los elementos para determinar la competencia, la cual se establecerá con base en una combinación de educación, entrenamiento y experiencia. Para ciertas posiciones claves (incluyendo algunas tareas que pueden causar impactos ambientales importantes), se establecerán criterios para medir la competencia de los individuos que las desarrollarán.

**Detección de necesidades de educación ambiental (DNEA).**- Inicialmente se deberá elaborar un diagnóstico de las necesidades de capacitación en materia ambiental para los trabajadores actuales y futuros. El método que se recomienda utilizar para la DNEA es el MÉTODO COMPARATIVO. El principal fundamento de este modelo radica en establecer las discrepancias que existen entre: “lo que debe hacerse y lo que realmente se hace”, es decir compara una situación ideal con la real para definir las diferencias, que serán las necesidades a satisfacer. Los pasos a seguir son los siguientes:

*Determinación de la situación ideal*

Los responsables de solicitar capacitación en cada frente de obra y/o área administrativa deben determinar la situación ideal relacionada al cuidado del medio ambiente, que debe prevalecer en sus áreas de trabajo. Para lo anterior se les propone lleven a cabo las siguientes actividades:

1. Identificar los aspectos e impactos ambientales y los requisitos legales que les aplican.
2. Definir las actividades que deben llevar a cabo su personal para el manejo de residuos y/o la conservación de los recursos naturales del entorno.
3. Identificar que conocimientos, habilidades y actitudes requiere su personal para realizar las actividades definidas en el punto 3.
4. Elaborar el perfil ideal de cada uno de los puestos de las diferentes áreas de trabajo.

#### *Determinación de la situación real*

Para determinar la situación real que prevalece en cada área de trabajo se propone:

1. Evaluar las competencias del personal
2. Evaluar el desempeño del personal, de acuerdo a los indicadores de desempeño establecidos considerando que existen tres posibilidades por las cuales una persona no actúa conforme a lo esperado: 1) Porque **no puede**: El problema, entonces, radica en que los métodos, materiales y equipo no son los adecuados para realizar su trabajo. 2). **No sabe**: no tiene los conocimientos necesarios para llevar a cabo las actividades de su puesto de trabajo. Aquí la solución puede ser la capacitación. 3). **No quiere**: La dificultad se localiza en el campo de la motivación, las actitudes y los valores y también puede solucionarse a través de la capacitación.
3. Considerar los objetivos ambientales que no han sido alcanzados, los planes y proyectos a futuro, los resultados y observaciones de auditorías ambientales, problemas y conflictos en el área de trabajo, etc.

#### *Comparación entre ambas situaciones*

Una vez que se ha elaborado el perfil del puesto y se ha evaluado la competencia y desempeño del personal es momento de comparar ambos formatos para identificar los conocimientos, habilidades y actitudes que el personal carece y debe tener para el cuidado y protección del medio ambiente.

#### *Listados de necesidades de capacitación ambiental*

Finalmente se elabora el listado de necesidades de capacitación ambiental, señalando las prioridades de las mismas, estos serán enviados al departamento de capacitación.

#### *Catalogo de capacitación ambiental personal de la obra*

El encargado de capacitación en colaboración con el departamento de gestión ambiental, elaborarán y actualizará el catalogo general de educación ambiental el cual deberá considerar las diferentes técnicas educativas (cursos, talleres, conferencias, simulacros, entrenamiento personalizado, etc.), instructores (dependencias educativas, institutos, universidades,

consultores, personal especializado etc) y los tópicos de enseñanza, entre los cuales quedarán incluidos, entre otros los siguientes:

- Inducción al Sistema de Gestión Ambiental
- Aspectos e impactos ambientales del proyecto y sus medidas de mitigación
- Requisitos legales aplicables y sanciones de incumplimiento
- Separación de residuos sólidos municipales
- Manejo de materiales y residuos peligrosos
- Reglamentos de protección de flora y fauna
- Recursos naturales de la región
- Importancia de la aplicación de las tres R (reduce, recicla y reusa)
- Prevención y control de incendios forestales
- Señalización ambiental
- Especies de flora y fauna de importancia ecológica

#### *Cronograma de capacitación ambiental*

El programa de capacitación dirigido al personal del proyecto se realizará durante todo el tiempo de construcción; la periodicidad con la cual realizarán las capacitaciones se definirá según los requerimientos de vinculación de personal.

El área de capacitación elaborará anualmente el calendario de las actividades de capacitación, tomando en cuenta las necesidades de capacitación y el perfil de puesto del personal. En este cronograma se indicaran las técnicas de capacitación (cursos, talleres, conferencias, simulacros, entrenamiento personalizado, etc.), instructor, duración y personal al que está dirigido.

#### *B. Señalización y difusión ambiental*

Dado el interés que despierta el desempeño ambiental de este tipo de obras de infraestructura, se diseñará un programa de divulgación de los diferentes programas y actividades desarrollados dentro del proyecto en pro de la conservación del medio ambiente. Además, se espera que ayude a formar a la comunidad en nuevos conceptos ambientales que les permitan asumir una actitud de respeto por la naturaleza.

Se elaborarán publicaciones periódicas en las cuales se destaquen la biodiversidad de la zona y las formas de conservarla.

Además se brindará atención a grupos de estudiantes que visiten la zona de construcción de las obras, y se coordinarán los trabajos de filmación y fotografía de las actividades ambientales que se desarrollen dentro del proyecto.

Además, se procurará mantener la presencia del proyecto en eventos nacionales e internacionales, participando con exhibiciones de material didáctico en ferias, exposiciones y congresos científicos, entre otros.

La educación ambiental será reforzada mediante la colocación estratégica en las diferentes áreas de trabajo y accesos a las obras, de señales y letreros con indicaciones y/o prohibiciones relacionadas a los aspectos ambientales.

Las necesidades de señalización serán determinadas por el área ambiental teniendo en cuenta los aspectos ambientales significativos de cada área de trabajo.

Material de difusión ambiental.- se utilizarán posters, trípticos y carteles con temáticas ambientales para informar y sensibilizar al personal sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales.

#### **6.2.5.6. Duración del programa**

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio y construcción (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

#### **6.2.5.7. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

### **6.3. LÍNEA ESTRATÉGICA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

#### **6.3.1. Programa de Protección de Taludes**

##### **6.3.1.1. Etapa del proyecto**

Preparación de sitio y construcción

##### **6.3.1.2. Acciones generadoras de impacto**

- Cortes nivelaciones y excavaciones

##### **6.3.1.3. Objetivos**

Prevenir, evitar y controlar procesos geomorfodinámicos, tales como remoción en masa y deslizamientos de tierra provocados por el manejo inadecuado o la exposición de taludes durante las actividades de excavación, cortes y nivelaciones.

##### **6.3.1.4. Impactos a controlar**

- Modificación e inestabilidad de taludes
- Modificación del relieve
- Alteración drenaje superficial

- Modificación de paisaje

### 6.3.1.5. Descripción de acciones

#### A. *Protección de taludes con medidas mecánicas*

Las soluciones que se plantean para evitar la inestabilidad de taludes pueden ser controladas o corregidas mediante la implantación de estructuras mecánicas. Las metodologías más comunes, dentro de lo que se denominan métodos físicos son:

- Contrafuertes de rocas o gaviones.
- Muros de contención.
- Concreto lanzado.
- Conformación de bermas

#### C. *Especificaciones geotécnicas*

Previo al inicio de las actividades de excavación y cortes, el contratista deberá verificar las especificaciones del diseño y construcción de cada una de las obra del proyecto, de tal manera que se garantice la estabilidad de los taludes de corte y terraplén. De acuerdo al tipo de material a excavar y altura del corte.

#### D. *Drenaje sistémico*

Las bermas y taludes deben contar con bajantes para la recolección, conducción y evacuación del agua de escorrentía, detalles que deberán ser incorporados en los diseños específicos de las obras cuya implementación es obligatoria.

#### E. *Protección de taludes con medidas biomecánicas*

El constructor deberá identificar y proponer de acuerdo con las recomendaciones del ingeniero geotécnista las zonas en las cuales deberán implementarse medidas de protección biomecánicas como son muros de contención, cortinas, barreras vivas, empalizadas etc. Además deberá considerar la revegetación de taludes con técnicas seleccionadas de acuerdo con el tipo de suelo, el clima y la pendiente del talud. A continuación se presentan algunos ejemplos:

Sistema de revegetación	Descripción	Observaciones
Plantas trepadoras	Se siembran hileras de plantas trepadoras en el pie del talud	Muchas de estas plantas requieren de roca para ascender. La mayoría de ellas no ascienden sobre suelo
Gradas	Se entierran hileras de estacas verticales para sostener ramas horizontales detrás de las cuales se coloca material de relleno	Se requiere que el suelo sea lo suficientemente blando para permitir que las estacas se puedan profundizar suficientemente.
Colocación de biomantos	Después de colocar la semilla y la fertilización se cubre el talud con una tela o biomanto de fibras orgánicas.	En taludes secos se requiere riego continuo para permitir el establecimiento de la vegetación



Sistema de revegetación	Descripción	Observaciones
Mateado con hileras de ramas.	Se colocan horizontalmente ramas obtenidas de la vegetación del desmonte sostenidas por estaca y entre ellas se coloca suelo con nutrientes para el establecimiento de la vegetación.	En taludes de muy alta pendiente es difícil sostener las estacas en forma estable. Se requiere que las ramas de bambú estén enterradas dentro del talud para evitar los flujos de agua por debajo de ellas
Capas de enramados con o sin refuerzo	Se colocan ramas de especies vivas entremezcladas con suelo y sostenidas en ocasiones por mallas de fibras sintéticas u orgánicas.	Son difíciles de establecer en taludes muy altos y de muy alta pendiente
Cubiertas vivas	El talud se cubre con un sistema de elementos de madera o bambú colocados horizontal y verticalmente, formando cajones los cuales se rellenan con ramas vivas y suelo	Requieren la construcción de bermas intermedias en los taludes de gran altura
Estructuras vegetalizadas	Gaviones o muros criba con ramas o estacas vivas.	No son estables en taludes de muy alta pendiente.

Tabla 6-2 Sistemas de revegetación de taludes



Figura 6-1 Técnicas de protección de taludes propuestas

La revegetación de las bermas y taludes deberá efectuarse a la mayor brevedad posible con el objeto de minimizar el tiempo de exposición del suelo a los agentes erosivos.

### 6.3.1.6. Duración del programa

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio y construcción (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

### 6.3.1.7. Costos

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

### **6.3.2. Programa control de erosión y arrastre de sedimentos**

#### **6.3.2.1. Etapa del proyecto**

Preparación de sitio y construcción

#### **6.3.2.2. Acciones generadoras del impacto**

- Desmonte y despalme
- Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactaciones
- Aclareo de vegetación

#### **6.3.2.3. Objetivos**

- Prevenir y compensar el deterioro del recurso suelo en la zona de influencia del proyecto como resultado de sus actividades de construcción.
- Restringir la pérdida de suelos a las áreas estrictamente necesarias para la construcción de las obras del proyecto.

#### **6.3.2.4. Impactos a controlar**

- Incremento del proceso de erosión
- Alteración drenaje superficial

#### **6.3.2.5. Descripción de acciones**

##### *A. Delimitación del área necesaria para los trabajos de construcción*

El área que ha sido identificada para el desarrollo de los trabajos de construcción y/o edificación es delimitada topográficamente con marcas visibles a base de estacas, cintas y trazas con cal.

Esta área debe incluir los accesos a los frentes de trabajo y las vialidades internas de la infraestructura, accesos para los depósitos temporales producto del despalme y cualquier otra superficie de ocupación temporal o definitiva.

##### *B. Restricción de áreas a desmontar*

Como área de Zona de Influencia Directa del proyecto se considera una superficie de 824 ha, sin embargo el desmonte se realizará únicamente en las áreas a ocupar, como medida para la conservación de los suelos.

##### *C. Retiro y almacenamiento de suelo vegetal (Despalme)*

Se realiza el despalme en todas aquellas áreas en las que pretenda realizar algún tipo de obra. Esta actividad consiste en retirar de las áreas una capa superficial de suelo, de entre 0,10 y 0,15 m, donde se presentan la mayoría de los nutrientes para las plantas y se acumulan las semillas.

El material producto del despalme se almacena en sitios propuestos dentro de las áreas liberadas, los cuales son acondicionados de tal manera que el suelo que se deposite no se mezcle con otro tipo de materiales tales como rezagas o sustancias químicas (concreto, asfalto, roca, residuos peligrosos, etc.), además debe evitarse que el suelo se pierda por erosión a través de la construcción de obras de contención, de drenaje, siembra de semilla de herbáceas, etc.

En los sitios autorizados para el almacenamiento del despalme, el suelo se coloca formando camellones con una altura no superior a 1,5 m, con un ancho acorde con el ángulo de reposo del material y cuya longitud depende del volumen del material a almacenar. Los suelos que permanezcan almacenados se mantienen constantemente sembrados y abonados. En los sitios elegidos para el almacenamiento del suelo, producto del despalme, no se permite el desmonte y pueden utilizarse terrenos arbolados, cuando el material no interfiera con su desarrollo.

#### *D. Prevención y corrección de cárcavas*

Para la prevención de cárcavas se debe realizar una supervisión constante sobre el sistema de drenaje exterior e interior de las áreas, a fin de efectuar las reparaciones o adecuaciones de manera oportuna, así como mantener permanentemente una cubierta vegetal a base de pasto (nativo o local) o bien de herbáceas de poca altura en todos los espacios abiertos.

En las áreas donde se identifique la formación o desarrollo de cárcavas, las medidas que se realizan son las siguientes:

- Desviar el escurrimiento de la cabecera de la cárcava, cuidando de no erosionar las áreas aledañas.
- De acuerdo a sus dimensiones y al tipo de suelo se definen el número y tipo de estructura de retención a construir, las cuales pueden ser de malla de alambre galvanizado, piedra, rocas sueltas, ramas o postes.
- Sembrar pasto o semilla de herbáceas en los taludes de la cárcava y arbustos y árboles de rápido crecimiento, cercando la zona de la cárcava para proteger los trabajos realizados.

Es importante suavizar los taludes en los sitios donde se construye la estructura de contención para su buen funcionamiento. Así como mantener inspección y mantenimiento constante después de instaladas y pasadas las primeras lluvias, garantizando con esto la recuperación del área erosionada.

Cuando se trate de cárcavas pequeñas o medianas de pendiente suave que tienen cuencas de poca extensión se construyen vallas de plantas silvestres, las cuales se siembran a distancias de 10 a 15 cm, en surcos poco profundos, protegidas con hileras de estacas colocadas aproximadamente a 30 cm abajo de las matas. Permitiendo con esto un aporte de sedimento y dando oportunidad al establecimiento de más vegetación.

Adicional a lo mencionado anteriormente, el contratista debe tener en cuenta las siguientes consideraciones a fin de evitar el deterioro adicional de extensiones de suelo.

- No se debe permitir la movilización de vehículos y maquinaria a través de zonas diferentes a las estrictamente necesarias para la construcción de las diferentes obras.
- No se deben disponer excedentes de excavación en áreas diferentes a las zonas de depósito seleccionadas para tal fin. La disposición temporal en los sitios de obra sólo será posible si es estrictamente necesario para las adecuadas maniobras de excavación del material y carga del mismo.
- No se debe permitir la acumulación de material en volúmenes superiores a lo estimado para su transporte a las zonas de depósito

#### **6.3.2.6. Duración del programa**

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio y construcción (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

#### **6.3.2.7. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

### **6.3.3. Programa Manejo y Conservación de Comunidades Vegetales**

#### **6.3.3.1. Etapa del proyecto**

- Preparación de sitio y construcción
- Mantenimiento y operación

#### **6.3.3.2. Acciones generadoras de impacto**

- Desmonte y despalme
- Aclareo de vegetación
- Embalse

#### **6.3.3.3. Objetivos**

- Reducir el impacto que el desarrollo del proyecto ejercerá sobre los ecosistemas terrestres, a través de la implementación de acciones concretas que repercutan en la recuperación de espacios que proporcionan refugio a las comunidades de flora y fauna.
- Mitigar y reducir los impactos potenciales sobre las especies de flora listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### 6.3.3.4. Impactos a controlar

- Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia y bosque ripario
- Pérdida de individuos incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Pérdida y perturbación de hábitat

#### 6.3.3.5. Descripción de la medida

##### A. *Vigilancia y derribo de arbolado (desmonte)*

**Trazado de polígonos de obra.**- El área de CFE realizará el trazo de los polígonos o frentes de obra, (obras en boquilla, generación, caminos, campamento, infraestructura de apoyo), de la misma manera se realizará el trazo del potencial embalse teniendo en cuenta el nivel máximo de aguas esperado.

El desmorte se realizara únicamente en las áreas indicadas en los planos del proyecto, sin afectar la vegetación que se encuentre fuera de los límites señalados en cada polígono de obra. La actividad se ejecuta conforme se vayan ocupando las áreas.

Cuando por requerimientos se tenga que afectar vegetación que se encuentre fuera de los límites marcados, se tiene que tramitar anticipadamente el permiso ante las autoridades correspondientes.

El Contratista debe asegurar que únicamente utiliza la franja delimitada por la poligonal, evitando que fuera de esta exista movimiento de maquinaria o disposición de material.

Conservar el mayor número posible de individuos (árboles y arbustos) dentro de las áreas de trabajo siempre y cuando no interfieran con las actividades de construcción o la edificación de instalaciones.

La Construcción de accesos temporales está limitada, en lo posible, a las áreas que se encuentren degradadas.

Se deberá realizar una estricta vigilancia para que las actividades generadoras de los impactos se realicen únicamente en el sitio o área a afectar y no en sus alrededores.

El uso de productos químicos o fuego durante las actividades de desmorte o despalme están prohibidas.

##### B. *Reglamento de protección a la flora*

Se elaborará un reglamento para todo el personal y visitas el cual deberá ser difundido y comunicado a los trabajadores. Dicho documento deberá contener entre otras las siguientes acciones:

- Prohibir la extracción de plantas
- Prohibir el encendido de fogatas
- Delimitar zonas que por sus características deban ser respetadas y resguardadas

- Establecer brigadas de vigilancia
- Establecer sanciones para quien incurra en faltas a este reglamento.

*C. Rescate de flora e individuos incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010*

**Primera fase**

**Actualización del inventario de individuos y especies.-** Una vez concluido el trazo de polígonos, se realizarán recorridos en los mismos y zonas de influencia directa, con la finalidad de obtener un listado completo de las especies potencialmente afectables por las actividades del proyecto. Los datos de las especies inventariadas serán concentrados en una ficha donde deberán anotarse los siguientes datos:

- nombre del proyecto
- nombre del investigador
- fecha
- polígono de obra
- coordenadas
- localidad
- forma biológica (árbol, arbusto, hierba, liana, epífita)
- genero y especie, en caso de no conocer la especie se indicará el género, familia y nombre común
- altitud
- breve descripción del microhábitat.

La georreferenciación de las poblaciones y/o individuos de las especies, será realizada utilizando un GPS en sistema de coordenadas UTM datum ITRF92.

Los datos de cada una de las especies serán capturados en una base de datos para ser integrados al Sistema de Información Geográfica del proyecto.

**Diagnóstico regional de poblaciones.-** Con la finalidad de conocer el estado actual que tienen las poblaciones de las especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se realizará el diagnóstico por especie, teniendo en cuenta en primer lugar la recopilación de la información de trabajos de investigación realizados por institutos, universidades y centros de investigación y las fichas existentes en la página de Internet de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). En cada polígono de obra se determinarán los atributos vinculados al estudio de la flora como los siguientes: Riqueza de especies, abundancia (densidad, frecuencia relativa o absoluta y cobertura relativa o absoluta), diversidad (índices de Simpson o Shannon & Wiener), estado de conservación y origen biogeográfico, entre otros.

**Selección de individuos y especies a rescatar.-** Para seleccionar los individuos y/o especies que serán incluidas en el proyecto de rescate se tomarán en cuenta, además del diagnóstico anterior, los siguientes criterios:

- Relevancia de la especie
- Localización.
- Probabilidades de supervivencia

**Selección de áreas de replantación.**- Para la selección de áreas de replantación, se tendrán en cuenta los siguientes criterios: Cercanía al sitio de rescate, grado de disturbio y/o intervención humana.

**Convenios de colaboración.**- Se establecerán convenios de colaboración con instituciones de la región para la ejecución del proyecto de rescate.

### **Segunda fase**

#### **Acondicionamiento de vivero y/o área de resguardo**

El establecimiento de viveros se hará con base en lo descrito en el Subprograma de Restauración y reforestación.

**Ejecución proyecto de rescate.**- Se llevará a cabo de acuerdo con las actividades de desmonte calendarizadas en el programa general de obras.

#### **6.3.3.6. Duración del programa**

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio y construcción (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

#### **6.3.3.7. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

### **6.3.4. Programa Manejo y Conservación de Fauna Terrestre**

#### **6.3.4.1. Etapa del proyecto**

- Preparación de sitio y construcción
- Mantenimiento y operación

#### **6.3.4.2. Acciones generadoras de impacto**

- Desmonte y despalme
- Aclareo de vegetación
- Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo
- Contratación de mano de obra

- Limpieza y habilitación de plataformas existentes
- Embalse

#### 6.3.4.3. Objetivos

- Mitigar y reducir los impactos potenciales sobre las especies de fauna terrestre provocados por las diferentes actividades del proyecto.

#### 6.3.4.4. Impactos a controlar

- Muerte accidental y/o cacería de individuos
- Pérdida y perturbación de hábitat

#### 6.3.4.5. Descripción de la medida

##### A. *Perturbación controlada*

Realizar recorridos previos en el área donde se llevará a cabo el desmonte, con el propósito de identificar y revisar madrigueras. Los organismos que se encuentren serán ahuyentados o reubicados.

**Ahuyentar a la fauna.**- Consiste en inducir la emigración espontánea de los individuos presentes en las zonas a desmontar y zona de embalse, a través de actividades como: realizar la remoción gradual de la vegetación y bajo la supervisión de especialistas.

##### B. *Reglamento de protección a la fauna*

Se elaborará un reglamento para todo el personal y visitas el cual deberá ser difundido y comunicado a los trabajadores. Dicho documento deberá contener entre otras las siguientes acciones:

- Prohibir la captura de fauna
- Prohibir la caza, maltrato y/ aprovechamiento de la fauna
- Prohibir el encendido de fogatas
- Prohibir el acceso a zonas que por sus características deban ser respetadas y resguardadas
- Prohibir el ingreso de especies exóticas y mascotas (perros y gatos)
- Establecer brigadas de vigilancia
- Establecer sanciones para quien incurra en faltas a este reglamento.
- Acciones que se deben tomar si se encuentran organismos heridos y/o muertos por las actividades de la obra.
- Informar sobre la creación de un albergue para el resguardo de individuos que sean enfermos y/o heridos por las actividades de construcción y crías que hayan perdido a su madre



- Dara a conocer las funciones de la brigada de vigilancia, la cual se encarga de evitar la caza y/o aprovechamiento de especies

**Señalización.-** Se colocarán letreros que indiquen la las zonas restringidas, las zonas donde se establezcan las prohibiciones señaladas anteriormente, las indicaciones de reducción de velocidad y/o velocidad permitida en los accesos temporales.

### C. *Rescate de fauna*

**Selección de especies a rescatar.-** Los esfuerzos de rescate serán dirigidos a las especies de vertebrados terrestres de movilidad baja, como anfibios, reptiles y pequeños mamíferos.

**Selección de sitios de reubicación.-** dentro un kilómetro inmediato a las zonas de construcción se liberaran los organismos capturados.

**Integración y capacitación de brigadas.-** Se debe formar una o varias brigadas, según el avance de la obra, que ahuyenten y/o reubiquen, fuera del área de obras, a los organismos antes de comenzar con las actividades de construcción del proyecto. Cada brigadista se debe capacitar mediante una presentación y explicación teórico-práctica de las técnicas de salvamento a aplicar, reconocimiento de equipos e insumos, restricciones, recomendaciones y exigencias del trabajo de campo.

Las brigadas deben contar con el equipo para realizar la reubicación de organismos, y de ser necesario, el traslado de los organismos al albergue de resguardo; como lo son, altavoces, guantes de carnaza, jaulas, bolsas de lona, etc.

**Construcción de un albergue para el resguardo.-** Se debe construir un albergue de resguardo de crías y organismos enfermos y/o heridos que sean encontrados durante la construcción del proyecto, para luego de su recuperación total, reubicarlos. Este refugio temporal no demanda una infraestructura de grandes magnitudes, solamente requiere un espacio suficiente para atender los animales, jaulas para su mantenimiento y recuperación, medicamentos e instrumentos básicos.

Adicionalmente, el albergue debe contar con una bitácora donde se lleve un registro de los organismos que se encuentren en el sitio, la bitácora se llena diariamente y contiene la siguiente información:

- a. Especie y número de organismos.
- b. Sitio donde fue colectado.
- c. Fecha de entrada y liberación.
- d. En el caso de que se muera un organismo, fecha de deceso.
- e. Tipo y cantidad de alimento.
- f. Causa por la que se encuentra en el albergue.

**Identificación de sitios de refugio y nidación.-** Reconocimiento de las áreas donde se llevará a cabo la remoción de vegetación y el rescate para el registro y marcación de microhábitats, nidos, huevos, troncos, cuevas que puedan constituir el refugio de aves, reptiles, anfibios, mamíferos y especialmente de los murciélagos.

**Rescate de mamíferos.-** Para la captura de pequeños mamíferos se utilizarán trampas del tipo Sherman; las cuales serán colocadas a lo largo de transectos lineales utilizando como cebo una mezcla de avena, crema de cacahuate y vainilla. Se colocarán trampas de caja tipo Tomahawk para la captura de mamíferos cuyo peso no exceda los 10 kg. Las trampas serán activadas durante las últimas horas de la tarde y revisadas en las primeras horas de la mañana, considerando que la mayoría son de hábitos crepusculares a nocturnos.

**Rescate de reptiles.-** Para la captura de reptiles se utilizaran ganchos, bastones y pinzas herpetológicas, recipientes de plástico (pitfall) y sacos de manta para el transporte de ejemplares, cinta métrica, lámpara de mano o de cabeza y ligas herpetológicas. Como sitios de captura de los reptiles se buscarán en troncos huecos, bajo troncos de árboles caídos, en acumulaciones de ramas, hojarascas y bajo rocas sueltas y grietas de peñascos. Así mismo se deberá considerar como horario de muestreo entre las 10 y las 13 y entre las 17 y las 19 horas (considerando un día normal soleado, ya que en días nublados o lluviosos no se encuentran activos).

**Rescate de anfibios.-** En este sentido, se sabe que los anfibios adultos tienen una mayor actividad en la noche, mientras que los juveniles recién metamorfoseados están activos en el día.

Cabe señalar que el muestreo debe ser de tipo dirigido (no aleatorio, ni regular), y las trampas, capturas y recorridos requieren concentrarse en los microhábitats con mayor probabilidad de encuentro de los organismos que son el foco del rescate, de modo de maximizar la captura. Así, para los anfibios, los sectores óptimos serán ambas márgenes del río, la parte inferior de troncos y piedras o las pozas; los reptiles se concentran en las rocas y troncos caídos en ambientes xéricos, bajo los matorrales, bordes de caminos; los mamíferos pequeños ubican sus madrigueras en la base de los árboles, bajo las grandes rocas, bajo los matorrales, entre otros.

A fin de estandarizar la metodología y dependiendo de la abundancia de ejemplares y de la superficie a intervenir, el plan de rescate deberá considerar lo siguiente:

- Número de especialistas empleados en el rescate (incluyendo ayudantes).
- Número total de horas-hombre (se considera generalmente una persona x 1 día = 10 horas-hombre).
- Número total de trampas-noche (por ejemplo, 50 trampas x noche, por tres noches = 150 trampas-noche).
- Número de períodos de captura; esto es, si existe(n) otra(s) sesión(es) de captura posterior(es) al primer período de rescate.
- Superficie (área) de rescate y su relación con la superficie total a intervenir por el proyecto. Es importante considerar el hábitat efectivo dentro del área de influencia, ya que ocasionalmente sólo parte del área es hábitat viable para la especie.

**Cautiverio y traslado.-** Para la realización de esta actividad se tendrá en cuenta el cuidado de los siguientes parámetros:

- Tiempo en cautiverio: el mínimo posible.
- Temperatura: baja para renacuajos, evitar T° altas para anfibios y reptiles.
- Aireación: bombas de aire para renacuajos, bolsas de manta para reptiles.

- Condiciones de agrupamiento: evitar poner demasiados ejemplares juntos en un mismo contenedor; por ejemplo, 5 individuos como máximo para roedores territoriales.
- Contenedores distintos para cada grupo: bolsas plásticas o acuarios para anfibios, bolsas de manta o cajas de plástico para reptiles, trampas Sherman o cajas especiales para mamíferos pequeños.
- Condiciones de alimentación o bebida: si corresponde, por ejemplo, para especies que se mantienen por largo tiempo en cautividad.

**Liberación.-** Posterior al rescate procede la liberación de los organismos para lo cual el plan de rescate deberá considerar las siguientes condiciones:

- Grado de similitud al ambiente original del rescate: descripción y caracterización del ambiente.
- Información biológica del sitio de liberación: establecer una línea de base faunística del sitio.
- Distancia relativa al sitio de captura.
- Grado de influencia del proyecto en el sitio de liberación.
- Grado de influencia de otras actividades en el sitio de liberación (e. g., si el sitio es un área protegida o si está controlado el acceso, entre otros).
- Grado de mejoramiento de las condiciones para aumentar la probabilidad de colonización de los ejemplares trasladados (e. g., creación de cercas de piedra para reptiles, presencia de cursos de agua permanentes para anfibios, impedimento o control de ingreso a visitantes no deseados, impedimento o control para el ingreso de especies introducidas, otros).
- Condiciones espaciales de liberación: si todos los ejemplares podrán ser liberados en el mismo lugar o en varios sectores distintos, para evitar la sobreconcentración poblacional.
- Condiciones de la estructura de edades y proporción sexual de los ejemplares liberados (e. g., para especies territoriales, si los machos se liberaron en forma separada, si se liberaron grupos de machos y hembras, si se liberaron sólo juveniles, otros).

**Informe de captura y rescate.-** Al final de cada etapa o periodo de rescate se elaborará un informe el cual deberá contener lo siguiente:

- Número de especies rescatadas.
- Número de ejemplares rescatados (por especie).
- Proporción de ejemplares capturados en relación al total de ejemplares observados o densidades estimadas por especie.
- Área cubierta por el rescate y su relación con la superficie total a intervenir por el proyecto.
- Número de capturas en los días sucesivos: para rescate de varios días consecutivos, en los que se determina el número acumulado de capturas, de modo de estimar el nivel de saturación de capturas.

- Proporción de capturas en los diferentes períodos de muestreo: para rescates de más de un período de captura.
- Número de especies y de ejemplares endémicos, amenazados, bajo protección especial rescatados: para rescate de grupos de especies.
- Condiciones de la estructura poblacional de las especies rescatadas: proporción de ejemplares infantiles, juveniles, adultos, machos, hembras.
- Número de ejemplares muertos como consecuencia de la captura y/o estrés en las condiciones de cautiverio temporal.
- Coordenadas UTM de los sitios de liberación

**Construcción de sitios para nidación y refugio de especies.-** Conforme se liberen las áreas del tránsito de maquinarias y actividades de construcción, se debe colocar en estos sitios materiales de desperdicio y/o suelo orgánico de forma en que se fabriquen sitios para refugio y/o nidación de especies de fauna.

#### **6.3.4.6. Duración del programa**

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio, construcción y operación (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

#### **6.3.4.7. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

### **6.3.5. Programa Protección y conservación de fauna acuática**

#### **6.3.5.1. Etapa del proyecto**

- Operación y mantenimiento

#### **6.3.5.2. Acciones generadoras de impacto**

- Operación de la Central Hidroeléctrica

#### **6.3.5.3. Objetivos**

Mitigar y reducir los impactos inducidos en la fauna acuática por la operación de la Central Hidroeléctrica.

#### **6.3.5.4. Impactos a controlar**

- Modificación del régimen agua abajo de la presa

- Modificación y fragmentación de hábitat
- Modificación de la distribución de especies NOM
- Modificación de la estructura y composición

#### 6.3.5.5. Descripción de acciones

##### A. Liberación de gasto ecológico

Durante las 24 horas del día se planea la liberación continua de un caudal ecológico mínimo de 6,50 m<sup>3</sup>/s y un máximo de 9 m<sup>3</sup>/s.

##### B. Programa de investigación para el intercambio de poblaciones

Considerando que uno de los impactos de mayor relevancia y/o significancia es la fragmentación del hábitat por el emplazamiento de una estructura y o barrera como en este caso lo es la presa Chicoasén II en el río Grijalva y el subsecuente impacto que se espera en las poblaciones de peces registrados en este tramo del río entre ellos los que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Se propone un programa de investigación para la identificación de medidas técnica y económicamente factibles para el intercambio de peces aguas arriba y abajo de la cortina, de tal manera que se asegure el intercambio de material genético y se mitigue la degeneración de las poblaciones de peces.

##### C. Programa de investigación para la reproducción de especies en cautiverio

Desarrollar un programa de **investigación destinado a reproducir en cautiverio** ejemplares de las especies *Petenia splendida*, *Ictalurus meridionalis* y *Vieja pearsei*, tres especies nativas de gran potencial **para la pesca en el embalse**, de tal forma que se pueda desarrollar la pesquería de estas especies, de gran importancia económica, acuícola y pesquera para la zona, una vez llenado el embalse.

Desarrollar un **programa de investigación destinado a reproducir en cautiverio** ejemplares de las especies *P. nelsoni*, *R. guatemalensis*, *V. hartwegi* y *C. grammodes* provenientes del río Grijalva, como medida precautoria para la preservación de la especie y su posible reintroducción al área una vez llenado el embalse.

#### 6.3.5.6. Duración del programa

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio, construcción y operación (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

#### 6.3.5.7. Costos

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

### **6.3.6. Programa Restauración de Riveras**

#### **6.3.6.1. Etapa del proyecto**

- Operación y mantenimiento

#### **6.3.6.2. Acciones generadoras de impacto**

- Embalse

#### **6.3.6.3. Objetivos**

Identificar áreas con ocupación actual o potencial por vegetación riparia.

Establecer renuevos de vegetación protectora de riberas con énfasis en las especies de *Astronium graveolens*.

#### **6.3.6.4. Impactos a controlar**

- Pérdida de cobertura de bosque ripario

#### **6.3.6.5. Descripción de la medida**

##### *A. Recuperación de vegetación riparia*

Caracterizar y ubicar a los manchones de vegetación riparia.

Se clasificarán los bosques de galería de acuerdo a su estructura y composición.

Selección de sitios para replantar, que presenten mayor alteración a su estructura.

Realizar una selección de germoplasma de la especie de *Astronium graveolens*

Recolección de semillas.

Las semillas se deberán recoger directamente de los conos, para ello se cortarán de los árboles antes de la dispersión; el corte se puede hacer con la ayuda de tijeras con mangos de extensión.

Se empleará el vivero desarrollado en el Programa de Reforestación y Restauración, para realizar la producción y el manejo de planta.

Una vez concluida la siembra en sitios definitivos, se hará un seguimiento de mantenimiento a la plantación a efecto de analizar la sobrevivencia, y el ataque de plagas.

#### **6.3.6.6. Duración del programa**

Este programa será aplicable a partir del último año de construcción y un año después de iniciada la operación (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

#### **6.3.6.7. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

## **6.4. LÍNEA ESTRATÉGICA DE MEDIDAS DE COMPENSACIÓN**

### **6.4.1. Programa de Reforestación y Restauración**

#### **6.4.1.1. Etapa del proyecto**

- Preparación de sitio y construcción
- Mantenimiento y operación

#### **6.4.1.2. Acciones generadoras de impacto**

- Desmonte y despalde
- Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactaciones
- Aclareo de vegetación
- Contratación de mano de obra
- Disposición de material de excavaciones
- Embalse

#### **6.4.1.3. Objetivos**

Mitigar y/o compensar los impactos ocasionados a la vegetación, fauna y al paisaje, a través de la restauración y plantación de las áreas afectadas por la ocupación temporal de infraestructura.

Restauración y conservación de los ecosistemas degradados, su biodiversidad y la productividad de los mismos a través de la plantación y utilización de especies útiles en terrenos desprovistos de vegetación.

#### **6.4.1.4. Impactos a controlar**

- Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia y bosque ripario
- Pérdida y perturbación de hábitat
- Modificación de paisaje

#### **6.4.1.5. Descripción de acciones**

A. *Identificación de áreas a reforestar*

Se identificarán en campo las áreas y se construirán los polígonos de las áreas de ocupación temporal que será necesario restaurar y reforestar como son: zonas de campamentos, talleres, bancos de préstamo y desperdicio, vialidades, almacenes, etc. Se ubica en un plano topográfico y analiza los sitios para determinar una calendarización de las medidas y acciones para su reforestación.

#### *B. Diseño y construcción de vivero*

Se recomienda utilizar un espacio dentro del polígono de obras, el cual deberá considerar además de una bodega los siguientes espacios: un modulo de germinación, uno para el envasado y trasplante, y uno para el desarrollo.

#### *C. Especies a emplear en la Reforestación*

La reforestación se realizará con especies nativas de la región, ya que son especies de fácil propagación y adaptación a las condiciones ambientales, se prohíbe la introducción de especies exóticas durante el desarrollo de la obra y en las actividades de Reforestación

Se deben utilizar especies maderables y no maderables, ya sea por propagación de semillas o vegetativa, por lo que se coleccionará el material germoplásmico de la zona, para que sea utilizado en las áreas afectadas por las actividades de construcción.

#### *D. Recolección de germoplasma*

En esta actividad se realiza de acuerdo a los siguientes pasos:

*Selección de árboles y arbustos padre.*- Mediante recorridos de campo se seleccionan aquellos elementos arbóreos con características tales como altura, follaje frondoso, fustes rectos, sanos y libres de parásitos.

*Colecta de semillas.*- Las semillas coleccionadas serán etiquetadas anotando los siguientes datos: especie, tipo de vegetación, fecha, altitud.

#### *E. Producción de planta en vivero*

Las actividades necesarias para la producción de plantas son:

*Germinación de semillas.*- Las semillas previamente seleccionadas y desinfectadas se colocará en charolas (semilleros) para su germinación.

*Trasplante.*- Esta actividad se realiza una vez que la planta a desarrollado hojas verdaderas, para ello se utilizan envases de polietileno.

*Riego y fertilización.*- Para el buen desarrollo de la planta en el semillero, se debe mantener constantemente húmedo pero no saturado, la aplicación de fertilizante puede realizarse por mediante la disolución del fertilizante para ser aplicado durante el riego por aspersión o goteo.



*Control de plagas.*- Se deber realizar la revisión periódica de las plántulas para detectar de manera temprana cualquier brote de enfermedad y así erradicarlo oportunamente. En caso de ser necesario se aplicaran plaguicidas autorizados por la CICOPLAFEST.

*Deshierbe.*- La eliminación de malezas u hierbas no deseadas que compitan por luz y nutrientes, serán retiradas manualmente. Será estrictamente prohibido el uso de herbicidas.

#### F. *Cronograma de actividades de reforestación*

El cronograma de reforestación deberá considerar las siguientes actividades:

**Preparación del terreno.**- En los sitios desmantelados se identifican las características negativas que puedan influir en el establecimiento de las plantas, tales como: suelos compactos, rocosidad, malezas y deficiencias nutricionales; para que se lleven a cabo las actividades de colocación del suelo orgánico en cada una de las áreas a restaurar, colocación de composta, conformación de terrazas y taludes en bancos de material, de desperdicio y vialidades permanentes y temporales, para facilitar las actividades de reforestación.

**Plantación de árboles.**- Esta actividad debe realizarse durante la época de lluvias de acuerdo a los siguientes pasos:

*Apertura de cepas.*- La apertura de cepas para colocar los individuos, sé realizada dos semanas antes de efectuar la plantación. Ejecutada con herramienta manual y/o mecánica respetando el trazo y en tamaños de 40 x 40 x 40 cm.

*Selección y transporte de árboles.*- Se deben elegir plantas de calidad (mayores de 0,40 m, vigorosas, con ausencia de plagas y enfermedades), estas se trasladan a las áreas a reforestar en un vehículo cubierto con lona, tomando las medidas necesarias para evitar pérdidas de organismos por mal manejo.

*Plantación de arbolitos.*- Se inician las plantaciones de acuerdo a la fecha del cronograma y en la secuencia marcada, las acciones comprendidas.

*Cuantificación de la Plantación.*- Para esta actividad se debe emplear los sistemas de plantación de tres bolillos, curvas a nivel y lineal. Las distancias y densidades empleadas se determinan de acuerdo al crecimiento y desarrollo de cada una de las especies a utilizar, de tal manera que se asegure la recuperación de las áreas perturbadas y el éxito de la reforestación. Los aspectos a considerar en esta actividad son:

*Trazo y densidad de la plantación.*- se realiza el trazo topográfico para la plantación en cada una de las áreas a reforestar. La densidad de la plantación se determina de acuerdo al desarrollo de cada una de las especies a utilizar y a su sistema de plantación. Se recomiendan los siguientes métodos:

*Tres bolillos:* se utiliza cuando el terreno tiene pendientes. Este trazado se utiliza con el objetivo de disminuir la fuerza del agua al encontrar árboles que actúan como barreras.

- *Cuadrado:* se utiliza en terrenos planos y relativamente planos.
- *Cantidad de plantas a utilizar.*- Las plantas a utilizar se dan en función de la superficie total a reforestar, por lo que es necesario determinar el número de plantas que se

utilizan en cada área. Generalmente, la distancia que se utiliza para plantaciones forestales es de 3 metros por 3 metros, cuando se utilizan

**Mantenimiento y protección.-** Al término de la plantación, se programan aplicaciones de fertilizante al suelo y/o follaje, además de proteger la plantación con cerca de alambre de púas o malla ciclón, para prever daños a la misma por cualquier tipo de semovientes. Otras actividades necesarias para el mantenimiento y éxito de la reforestación son las siguientes:

*Control de plagas y enfermedades.-* Se deben realizar recorridos periódicos con la finalidad de detectar agentes nocivos como: Insectos, nemátodos, roedores o enfermedades fungosas. De ser el caso se diagnóstica el tipo de plaga y se evalúa el porcentaje de infestación para determinar el tratamiento más adecuado para su control.

*Podas controladas.-* De acuerdo a las densidades finales requeridas en las áreas reforestadas, se realizan podas escalonadas en tiempo de: formación, aclareo y eliminación de individuos con deficiente crecimiento y adaptación. A partir de las podas se identifican los árboles que por su buen desarrollo y su cercanía entre ellos requieren de ser trasplantados en sustitución de aquellos que son eliminados.

*Prevención de incendios.-* Se deben diseñar brechas cortafuego en las partes críticas de las áreas con el fin de evitar, en caso de incendio en las áreas aledañas, que el fuego invada las áreas que fueron reforestadas. Durante la época de sequía deben realizarse supervisiones semanales y las brechas cortafuego mantenerse limpias.

*Protección de animales.-* En las áreas donde hay ganado cerca del sitio de plantación se deben establecer cercas para evitar que los animales puedan causar daño mecánico o por ramoneo.

*Limpieza.-* Luego de establecida la plantación, se deben realizar limpiezas selectivas periódicas (aproximadamente cada dos meses), especialmente, si se tiene períodos muy lluviosos. En ocasiones, cuando las malezas son muy agresivas, se realizan limpiezas más frecuentes en fajas, alternándolas con limpieza total del área. El material de las limpiezas puede acumularse cerca del tallo de los arbolitos para mantener la humedad o formar barreras con el material para disminuir la erosión en el terreno.

*Resiembra.-* Cuando se realizan las limpiezas se debe hacer el recuento para conocer la pérdida de plantas y programar una resiembra. Es por esto que en la etapa de vivero se debe producir entre un 5 y 10% más de las plantas requeridas, con el objetivo de realizar la resiembra.

**Evaluación de la reforestación.-** Se realizan las evaluaciones necesarias para registrar el comportamiento de las plantaciones (sobrevivencia, altura y cobertura), utilizando el método de campo y estadístico más adecuado. Estos registros se toman una vez terminada la plantación y posteriormente cada año por el tiempo que marque el programa de reforestación.

#### **6.4.1.6. Duración del programa**

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio y construcción (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

#### **6.4.1.7. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

#### **6.4.2. Programa Manejo y llenado de embalse**

##### **6.4.2.1. Etapa del proyecto**

- Operación y mantenimiento

##### **6.4.2.2. Acciones generadoras de impacto**

- Embalse

##### **6.4.2.3. Objetivos**

- Evitar un mayor deterioro de la calidad de las aguas y favorecer la estabilización del nuevo hábitat acuático.
- Reducir la interferencia con la navegación, la operación de la planta de generación y con la posible actividad pesquera que se pudiera desarrollar en el embalse.

##### **6.4.2.4. Impactos a controlar**

- Generación de gases de efecto invernadero
- Modificación de la calidad del agua (eutrofización)
- Modificación del proceso de transporte y sedimentación

##### **6.4.2.5. Descripción de acciones**

###### *A. Delimitación del área de embalse*

El equipo de topografía realizara la identificación y marcado de la cota del Nivel Aguas Máximo Extraordinario del futuro embalse.

###### *B. Inventario forestal y cálculo de existencias*

Esta actividad se realizará como parte del estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelos forestales ubicados dentro de la zona de inundación, en el cual se realizara la identificación del volumen total por especie, de las materias primas forestales.

###### *C. Aprovechamiento de especies forestales*

De la misma manera el aprovechamiento de las especies forestales se realizará conforme a lo establecido en el Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo, el Resolutivo de autorización y normatividad aplicable.

El corte y/o tala de árboles en el embalse deberá realizarse de manera gradual considerando el inicio del llenado del embalse y operación de la futura central.

#### *D. Remoción de cercas*

Previo al llenado del embalse se podrá recuperar las cercas existentes en el área, así como de materiales que puedan ser reutilizados.

#### *E. Programa de llenado de embalse*

El llenado del embalse deberá programarse de manera gradual de tal manera que permita el desplazamiento de la fauna terrestre, facilite el rescate y de esta manera evitar el ahogamiento de los animales que puedan quedar atrapados.

#### *F. Estudio de azolves en el futuro embalse*

Se realizará un estudio detallado para estimar la cantidad de azolves que recibirá el futuro embalse, así como el tipo, tamaño y las características de las partículas. Así como la modelación del proceso de sedimentación a lo largo del embalse. Con los resultados obtenidos se determinará las medidas más adecuadas para el control y retiro de azolves en la parte final del embalse.

### **6.4.2.6. Duración del programa**

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio y construcción (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

### **6.4.2.7. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

## **6.5. LÍNEA ESTRATÉGICA DE SOCIALES**

### **6.5.1. Programa de Atención Social**

#### **6.5.1.1. Etapa del proyecto**

- Preparación del sitio y construcción
- Operación y mantenimiento

### 6.5.1.2. Acciones generadoras de impacto

- Aplica a todas las acciones del proyecto

### 6.5.1.3. Objetivos

- Establecer lineamientos de atención y responsabilidad social con la finalidad de mitigar el impacto provocado por la presencia de personal ajeno a la región.
- Informar oportuna y claramente a la comunidad y a las instituciones el proyecto, sus impactos positivos y negativos así como las medidas de mitigación que se adoptarán.

### 6.5.1.4. Impactos a controlar

- Generación de empleo
- Perturbación de la vida cotidiana
- Conflictos sociales
- Incremento en la densidad de población

### 6.5.1.5. Descripción de la medida

#### A. *Lineamientos de atención social*

Las empresas constructoras serán provistas de lineamientos sociales que deberán acatar y asegurar su cumplimiento por parte de la población trabajadora, de tal manera que el comportamiento y actitud del personal que participa en el desarrollo del proyecto, sea en todo momento, de respeto y cordialidad procurando involucrarse lo menos posible en el ámbito social para no alterar la cotidianidad de los pueblos.

#### ***Por lo que deberá:***

- Tener respeto de todas las personas de las localidades, sin discriminación motivada por origen étnico, género, edad, discapacidad, condición social, condiciones de salud, religión, ideología, o cualquier otra que atente contra la dignidad humana y tenga por objeto anular o menoscabar los derechos y libertades de las personas.
- Comunicarse con los habitantes en un lenguaje apropiado y respetuoso y mantener las relaciones sociales en estricto apego al ámbito laboral.
- Bajo ningún justificativo, los trabajadores pueden vender cualquier tipo de bien material a algún miembro de la comunidad.
- No realizar convenios, compromisos o acuerdos de forma verbal o escrita. El personal de la Residencia Socioambiental será el único facultado para gestionar o convenir acuerdos.
- Evitar difundir información errónea o apreciaciones subjetivas acerca del proyecto, pagos relacionados con la tierra o los bienes distintos a la tierra o con cualquier

afectación relacionada con los estudios y/o con el proyecto, ello con el objeto de minimizar la existencia de diversos interlocutores que confundan a la población y provoquen conflictos que pongan en riesgo la ejecución o la aceptación social del proyecto.

- Cualquier problema de carácter personal que se derive entre el personal técnico y/o de apoyo y la gente de las localidades, deberá ser resuelto de manera pacífica, clara y con la presencia de las autoridades locales, los involucrados en la problemática y el personal de la Residencia Socioambiental.
- Queda terminantemente prohibido ingerir bebidas embriagantes o cualquier otro tipo de sustancia tóxica, en horas de trabajo, debiendo respetar los sitios de trabajo, campamentos, oficinas, vehículos, así como a los pobladores de las localidades involucradas o cercanas a los proyectos o estudios.
- Manejar vehículos respetando límites de velocidad y disminuir su marcha a la menor velocidad posible dentro de zonas pobladas, a fin de evitar algún percance.
- Evitar, en la medida de lo posible, el traslado de objetos o personas ajenas en los vehículos oficiales, lo cual será permisible sólo en casos especiales, en los que las circunstancias o hechos requieran de este apoyo para las localidades involucradas o cercanas al proyecto o a los sitios de estudio (emergencia, suceso o situación que lo amerite).
- Procurar que en las instalaciones (campamentos, oficinas y sitios de estudio) sólo asista el personal contratado y en su caso los interesados en caso de tener que atender algún asunto relacionado con los proyectos o con los estudios.
- No arrojar ningún tipo de desechos en las localidades y terrenos de éstas, en caso de existir algún desecho deberán almacenarse en los contenedores destinados para ello.
- Al concluir la construcción del proyecto, deberán saldarse absolutamente todos los adeudos o compromisos contraídos en materia de: rentas, alimentos y otros que pudieran haberse empleado.

### *B. Campañas de salud*

Periódicamente se emprenderán campañas dirigidas al personal de obra y las comunidades de la región enfocadas a la prevención de la salud haciendo énfasis en las enfermedades de transmisión sexual. Entre las actividades a emprender en este rubro podrán ser entre otras, las siguientes:

- Campañas de vacunación
- Distribución de folletos y carteles informativos
- Pláticas acerca del cuidado de la salud
- Exhibición de videos

### *C. Selección, diseño y aplicación de estrategias de información*

Se seleccionarán los mecanismos más adecuados para informar a cada una de las partes interesadas de acuerdo a sus intereses y necesidades de información de cada grupo o sector social. Para ello se llevarán a cabo reuniones de información; distribución de material informativo como pueden ser trípticos, folletos, posters etc.; exhibición de videos; establecimiento de módulos de información cercanos a la zona del proyecto, entre otras.

Para facilitar el proceso información comunitaria en la zona, se recomienda adecuar una oficina para que la población se pueda informar acerca del desarrollo del proyecto.

#### *D. Mecanismos de consulta e involucramiento*

A través de talleres, aplicación de encuestas y reuniones de consulta; se promoverá el involucramiento de la población en los temas de su interés como puede ser la formulación de los programas de Apoyo al Desarrollo Regional, asimismo deberán establecerse en todo momento mecanismos que garanticen la participación de estos grupos, a fin de comprender y atender las necesidades y expectativas relacionadas con la ejecución del proyecto y asegurar que el proceso sea incluyente.

Se promoverá la participación en cuanto a la detección de necesidades y prioridades así como la formulación, implementación y evaluación de los programas de apoyo al desarrollo regional, estas acciones estarán dirigidas a impulsar la autogestión de las localidades y la participación en la toma de decisiones colectivas, la intención es reforzar la organización social para que los sectores sociales logren comenzar y mantener proyectos que les permitan a largo plazo elevar el nivel de bienestar social.

##### **6.5.1.6. Duración del programa**

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio y construcción (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

##### **6.5.1.7. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

#### **6.5.2. Programa Apoyo al Desarrollo Regional**

##### **6.5.2.1. Etapa del proyecto**

- Preparación del sitio y construcción
- Operación y mantenimiento

##### **6.5.2.2. Acciones generadoras de impacto**

- Adquisición de derechos inmobiliarios
- Contratación de mano de obra

- Embalse
- Operación de la central hidroeléctrica

### 6.5.2.3. Objetivos

- Identificar y analizar las condiciones comunitarias, económicas y las relacionadas con el aprovechamiento racional de los recursos naturales de la zona de influencia bajo un enfoque participativo de las partes interesadas, con la finalidad de formular y ejecutar las acciones para impulsar el desarrollo local y regional sustentable.
- Identificar y proponer estrategias de apoyo al desarrollo local y regional con la finalidad de mitigar y atenuar los impactos negativos al medio socioeconómico y potencializar los beneficios, lo anterior se logrará con la participación de diferentes actores clave, considerando el contexto económico, ambiental y social de la zona de influencia del PH Chicoasén II.

### 6.5.2.4. Impactos a controlar

- Generación de empleos directos e indirectos
- Afectación a actividades productivas
- Pérdida de sitios de pesca
- Cambios en tipo de propiedad
- Modificación del proceso migratorio

### 6.5.2.5. Descripción de la medida

#### A. *Diagnóstico social*

Se preverá una caracterización Social Comunitaria de las localidades involucradas, con la finalidad de comprender los problemas y necesidades, sus causas y evolución a lo largo del tiempo. Con ello será útil para orientar programas de desarrollo que eleven el nivel de bienestar de la población en la región.

#### B. *Integración de comité interinstitucional*

Se promoverá la integración de un comité en el cual participen representantes de instituciones tanto federales, estatales y locales, que colaboren en la toma de decisiones, apoyo técnico, financiero y de gestión, entre otras las que deberán participar son además de CFE, las siguientes: SEDESOL, CONAFOR, SEPESCA, FONATUR y SAGARPA.

#### C. *Cartera de proyectos productivos sustentables*

De acuerdo a lo reflejado en la caracterización Social Comunitaria y con apoyo del comité interinstitucional se podrá integrar una cartera de proyectos productivos; entre otros, se deberá



evaluar el aprovechamiento del potencial pesquero y turístico de la región a través de la formulación de proyectos de aprovechamiento agropecuario, pesquero, acuicultura y turísticos.

#### *D. Selección de proyectos productivos ejecutables*

Una vez integrada la cartera de proyectos, con la participación de las comunidades involucradas y el comité interinstitucional se seleccionaran los proyectos productivos que se ejecutarán una vez que se obtengan las autorizaciones correspondientes.

#### **6.5.2.6. Duración del programa**

Este programa será aplicable durante el tiempo requerido para el desarrollo de las etapas de preparación de sitio y construcción (ver Calendarización de Actividades del Plan de Manejo Ambiental).

#### **6.5.2.7. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

### **6.6. LÍNEA ESTRATÉGICA DE CONTINGENCIA Y RESPUESTA A EMERGENCIAS**

En este apartado se describen las acciones que deberán emprenderse para afrontar de manera oportuna, adecuada y efectiva, sucesos inesperados o situaciones de emergencia durante la construcción del proyecto los cuales pueden originar impactos ambientales y riesgos en la salud de la población o de los trabajadores de la obra.

Este Plan se enfoca a la atención de emergencias durante la etapa de construcción, sin embargo, una vez concluida los estudios de exploración geológica que determinan el diseño final de las estructuras del proyecto, deberá realizarse y actualizarse la identificación de peligros así como el plan de contingencias y respuesta a emergencias para la etapa de operación el cual deberá contener entre otros, los procedimientos o planes para la atención de la apertura de las obras de excedencias.

Los objetivos fundamentales de este Plan son:

- Establecer los procedimientos que indiquen las acciones a seguir, para responder ante una emergencia de forma oportuna, adecuada y efectiva, de tal manera que cause el menor impacto a la salud y al ambiente.
- Planificar y disponer el uso de los recursos humanos y materiales comprometidos en el control de emergencias.
- Establecer los mecanismos para identificar periódicamente situaciones de emergencias durante las actividades de construcción.
- Establecer los mecanismos para evaluar periódicamente su eficacia.

## **6.6.1. Prevención y Control de Incendios Forestales**

### **6.6.1.1. Acciones preventivas**

- a. No se realizarán trabajos con llama abierta en frentes de obra cercanos a la vegetación. Se mantendrá un radio de seguridad de 10 m como mínimo.
- b. Se debe formar una brigada para llevar a cabo la prevención y control de los incendios forestales y debe estar disponible todo el año.
- c. Se deberá proporcionar equipo y herramienta forestal para la prevención y control de los incendios forestales.
- d. Se elaborará un informe, el cual debe tener como anexo un plano donde se ubiquen los sitios con mayor riesgo de incendios forestales, considerando, entre otros, los siguientes puntos:
  - Tipo de vegetación
  - Acumulación de combustibles
  - Sitios de mayor concurrencia
  - Áreas verdes recreativas
- e. Las brigadas realizarán recorridos para la detección y control de incendios forestales. En el caso de presentarse algún incendio, se informa a las autoridades, además de llevar un registro con los siguientes datos: datos generales del predio donde sucedió el incendio, municipio, fecha, causas o motivo de origen, superficie afectada, participantes, duración del incendio, extinción, entre otros.
- f. Se realizará la rehabilitación de brecha cortafuegos o guardarayas en cada uno de los sitios de mayor riesgo de incendios forestales.
- g. Se debe impartir capacitación al personal de la brigada de incendios forestales en combate y control de incendios forestales así como también en primeros auxilios.
- h. Se divulgará material informativo para la prevención, detección y control de incendios forestales.
- i. En todos los frentes de obra, se dispondrá de un extintor de polvo químico seco.
- j. Se establecerán normas internas que prohíban: la quema de cualquier material o especie vegetal, abandonar en las áreas boscosas, botellas u objetos de vidrio, fumar en los frentes de obra.

### **6.6.1.2. Acciones ante un conato de incendio**

- a. Controlar el incendio, con los elementos disponibles en el lugar como extintores, arena, y otros no combustibles.

- b. En incendios menores actuara la brigada contra incendios de acuerdo a las medidas para el ataque y control señaladas en su capacitación.
- c. Se dispondrá de un camión pipa u otro equipo disponible para lucha contra el fuego.
- d. Para incendios de mayor magnitud se deberá informar y solicitar apoyo a Protección Civil del Estado de Chiapas y reportar al 01 800 46 23 63 46.

### **6.6.1.3. Acciones después del siniestro**

- a. La brigada contra incendios deberá:
- b. Realizar un recorrido del área siniestrada con la finalidad de cuantificar los daños.
- c. Identificar las causas del siniestro con la finalidad de establecer acciones correctivas a los procedimientos y/o instalaciones.
- d. Establecer las acciones necesarias para restauración de la superficie dañada y/o siniestrada.
- e. Elabora el informe correspondiente.

### **6.6.2. Prevención y control de derrames de combustibles y aceites.**

El riesgo de ocurrencia de derrames pequeños a moderados se identifica en los frentes de obra donde se efectúa el mantenimiento de la maquinaria y equipo, así como durante el abastecimiento de combustible, al no emplearse los equipos y/o herramientas adecuadas y no tener los cuidados mínimos requeridos.

#### **6.6.2.1. Acciones preventivas**

Para minimizar la probabilidad de que ocurran derrames de combustibles durante el mantenimiento y abastecimiento de combustible de los equipos y maquinaria se deberá atender lo siguiente:

El área para el abastecimiento de combustibles deberá estar adecuadamente condicionada para la contención de posibles derrames.

En los frentes de obra deberá acondicionarse un área para el abastecimiento de combustible y cambio de aceites. Esta área deberá contar con lo siguiente: piso acondicionado, recipientes para la recolección de aceites gastados, embudos de distintos tamaños, material absorbente, bolsas de polietileno y palas.

Reglamento interno que prohíba el vaciado de al cauce del río, arroyos o al suelo

#### **6.6.2.2. Acciones correctivas**

Se deberá controlar posibles situaciones de fuego u otros peligros debido a emanaciones del combustible.

Se dará aviso inmediato al supervisor ambiental y al encargado de seguridad

Se recogerán todos los desechos de combustibles y se coordinará con el supervisor ambiental la disposición final.

Se evitara que la fuga o derrame de combustible se extienda y alcance el cauce del río habilitando una zanja o muro de contención (tierra).

Se deberá evitar la penetración del combustible en el suelo utilizando materiales absorbentes, u otros contenedores.

El suelo contaminado será retirado y dispuesto y manejado como un residuo peligroso.

Se deberán identificar las causas que originaron el derrame con la finalidad de emprender las acciones correctivas correspondientes.

Simulacros.- Se deberán programar simulacros para la evaluación de la eficacia de los planes anteriormente señalados.

## **6.7. LÍNEA ESTRATÉGICA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL**

Esta línea estratégica tiene como objetivo fundamental verificar, por un lado, que se ejecuten cada una de las estrategias de prevención, mitigación y compensación propuestas conforme a lo especificado, y por otra parte, verificar la eficacia de las mismas en cuanto a la conservación y protección de los ecosistemas en el SAR.

A través de esta línea estratégica se observarán permanentemente los cambios que presentarán los diferentes componentes del ambiente afectados por el proyecto, a través del monitoreo y medición de indicadores. Además permitirá la identificación y atención oportuna de impactos que no se hubieran previsto en el presente documento.

### **6.7.1. Programa de Monitoreo de la calidad del aire**

#### **6.7.1.1. Etapa del proyecto**

Preparación del sitio y construcción

#### **6.7.1.2. Acciones generadoras de impacto**

- Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo
- Uso y manejo de explosivos

#### **6.7.1.3. Objetivos**

- Determinar la eficiencia del programa Manejo y control de emisiones atmosféricas y ruido implementado para mitigar los impactos negativos sobre este componente atmosférico.
- Comparar los niveles de ruido en áreas de trabajo con la normatividad ambiental vigente.

#### **6.7.1.4. Impactos a controlar**

- Emisiones a la atmósfera
- Incremento en los niveles de ruido

#### **6.7.1.5. Descripción de acciones**

##### *A. Selección de puntos de monitoreo*

Se seleccionarán los sitios de monitoreo para medición de la presión sonora en el sitio de obra y en las comunidades cercanas al mismo. Entre otros se deberán considerar la zona de construcción de las principales obras, el área próxima al banco de materiales La Pedrera, plantas de triturado de material y fabricación de concreto, así como las poblaciones de El Juy Juy, Vistahermosa, Monte Grande, Santo Domingo, Chicoasén y Osumacinta.

Los niveles de ruido se medirán con un decibelímetro tomando registros en los diferentes puntos de generación de ruido del proyecto. Se analizará la relación presión sonora - distancia en aquellos puntos que registren los valores mayores.

##### *B. Frecuencia de monitoreo.*

De acuerdo a la experiencia en proyectos similares se determinará la frecuencia en la medición de ruido y/o presión sonora en cada uno de los sitios previamente seleccionados.

Durante la construcción del proyecto se muestreará la concentración de material particulado y presión sonora, teniendo en cuenta la presencia o incremento de las actividades del Proyecto. Durante el primer año de la operación, solo se realizará un muestreo al año sobre presión sonora en el sitio de obra.

##### *C. Reporte de monitoreo*

De acuerdo a la frecuencia del monitoreo, se determinará la pertinencia de elaboración de informes mensuales. En este informe deberá contener los resultados obtenidos presentados en forma tabular y gráfica, indicando si se superan o no los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad. En el primer caso, se analizarán las causas con el fin de tomar las medidas correctivas correspondientes.

#### **6.7.1.6. Indicadores de monitoreo**

Emisiones de gases CO<sub>2</sub> CO y NO<sub>x</sub>

Niveles de emisión de ruido (db)

Peso bruto vehicular (Kg)	Límites máximos permisibles dB(A)
Hasta 3 000	86
Más de 3 000 y hasta 10 000	92
Más de 10 000	99

Tabla 6-3 Límites máximos permisibles

**Registros de enfermedades respiratorias y auditivas en la región:** El incremento de reportes de enfermedades respiratorias y auditivas en los centros de salud de la región sirve de indicativo indirecto de la afectación que las obras del proyecto pueden generar sobre la salud de los habitantes de la región.

**Registros de enfermedades de los trabajadores:** de manera más directa a través de los resultados de los programas de salud ocupacional se puede determinar la incidencia del ruido y emisiones en la salud de los trabajadores.

**6.7.1.7. Duración del programa**

Tres años: tiempo estimado para las etapas de preparación de sitio y construcción.

**6.7.1.8. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

**6.7.2. Programa de Monitoreo del Ecosistema Acuático**

**6.7.2.1. Etapa del proyecto**

- Preparación del sitio y construcción
- Operación y mantenimiento

**6.7.2.2. Acciones generadoras de impacto**

- Operación de la central
- Embalse

**6.7.2.3. Objetivos**

- Establecer las diferencias de caudales del río Grijalva antes y después de la construcción y operación del proyecto.

- Determinar los cambios fisicoquímicos e hidrobiológicos en el embalse del PH Chicoasén II y en el río Grijalva en el tramo comprendido de la descarga de la futura central hidroeléctrica y la cola del embalse de Malpaso.
- Determinar las condiciones limnológicas del embalse del PH Chicoasén II y grado de eutroficación.
- Analizar y evaluar los cambios que ocurran en las poblaciones de fauna acuática, principalmente en peces en estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 como consecuencia de la construcción y operación del proyecto

#### 6.7.2.4. Impactos a controlar

- Modificación del transporte y sedimentación
- Modificación del régimen aguas abajo de la presa
- Modificación de la calidad del agua en el río y embalse
- Modificación y fragmentación de hábitat

#### 6.7.2.5. Descripción de acciones

##### A. Monitoreo hidrológico

**Recopilación de información hidrométrica.**- Con la finalidad de tener un marco de referencia de caudales, volúmenes y sedimentos se obtendrán los registros de la estación hidrométrica El Grijalva.

**Diseño de estaciones hidrométricas.**- Para la obtención de datos aguas abajo de la presa de Chicoasén II, se establecerán los mecanismos de medición más adecuados al objetivo del programa y a las condiciones del lugar:

**Instalación de estaciones hidrométricas.**-De acuerdo al diseño de su equipamiento la instalación de la estación deberá apegarse lo más posible a las siguientes consideraciones:

- El tramo a escoger para su instalación deberá tener en lo posible un tramo recto de unos 100 metros aguas arriba y abajo de la estación de aforo.
- El lecho del río no debe estar sujeto a socavaciones ni a rellenos y debe estar libre de plantas acuáticas.
- Las orillas deben ser permanentes, lo suficientemente altas para contener las crecidas y deben estar libres de arbustos.
- Deben haber controles naturales inalterables: afloramiento de rocas en el fondo o un cañón estable durante el estiaje, y un cauce encajonado para las crecientes caídas o cascadas, insumergible en todos los niveles de manera de tener una relación estable entre el nivel y el caudal. Si no hay condiciones naturales satisfactorias para un control de aguas bajas, se debe prever la instalación de un control artificial.

- Se debe disponer de una longitud de tramo suficiente para medir el caudal a todos los niveles dentro de una razonable proximidad de la estación de aforo. No es necesario que las mediciones para aguas altas y bajas se efectúen en la misma sección transversal del río.
- El sitio debe ser fácilmente accesible para facilitar la instalación y el funcionamiento de la estación de aforo.
- El sitio debe disponer, en lo posible, de instalaciones de telemetría o transmisión por satélite, si se requieren.

**Registro y toma de datos.**- El registro y toma de datos será preferentemente automatizada.

**Diseño e integración de base de datos.**- Toda la información recopilada y obtenida en la estación será integrada a una base de datos de tal manera que se encuentre disponible para la verificación de datos y el análisis periódico de la misma.

**Análisis de información.**- La información concentrada en la base de datos será procesada utilizando métodos estadísticos.

#### B. Monitoreo de la calidad del agua

**Estaciones de muestreo.**- Se deberán ubicar por lo menos dos sitios que representen las partes inicial y final del embalse. Para la selección de los puntos de muestreo en el río Grijalva se tomará en cuenta el desfogue la confluencia con el río Zacalapa. En cada uno de estos sitios se ubicaran los puntos de muestreo.

#### Parámetros fisicoquímicos y biológicos

La selección de los parámetros propuestos para el monitoreo se realizó en base a los antecedentes históricos de calidad del agua y de los resultados obtenidos en la caracterización del río, así como del análisis de los parámetros críticos o de interés general en los estudios de sistemas lóticos y lénticos. A continuación se resume la lista de parámetros físicos, químicos y biológicos a analizar en ambos sistemas.

Parámetro	Unidades
pH	unidades de pH
Temperatura del agua	°C
Oxígeno disuelto	mg/l
Conductividad eléctrica	µS/cm
SST	mg/l
Turbiedad	mg/l
DBO <sub>5</sub>	mg/l
DQO	mg/l
Nitrógeno total (N-tot)	mg/l
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg/l
Nitrógeno orgánico (N-Org.)	mg/l



Nitrógeno de nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg/l
Nitrógeno de nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg/l
Fósforo total (P-tot)	mg/l
Orto fosfato (P-Orto)	mg/l
Fosfatos (como PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	mg/l
Dureza	mg/l
Coliformes fecales	NMP/ 100 ml
Coliformes totales	NMP/ 100 ml

Tabla 6-4 Parámetros de calidad del agua

**Recolección de muestras.-** La toma de muestras para la determinación de parámetros en laboratorio, se realizará de acuerdo a las normas mexicanas establecidas, considerando los recipientes adecuados, métodos de preservación y tiempo de traslado como se indica en la siguiente tabla. La frecuencia del muestreo se realizará considerando por lo menos un muestreo en la época de lluvia y otro en la de estiaje.

Parámetro	Volumen (ml)	Recipiente	Preservación	Caducidad (días)
SST	500	Plástico	Refrigeración	7
Nitrógeno amoniacal, orgánico y total Kj.	200	Plástico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , pH<2, refrigeración	7
Fosfatos, orto fosfatos	300	Plástico	Refrigeración	28
Nitrógeno de Nitratos y nitritos	200	Plástico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , pH<2, refrigeración	30
DQO	100	Vidrio	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , pH<2, refrigeración	28
DBO	1000	Plástico	Refrigeración	1
Dureza	250	Plástico	HNO <sub>3</sub> , pH<2, refrigeración	180
Coliformes fecales y totales	300	Bolsa o frasco de vidrio estéril	Refrigeración	1

Tabla 6-5 Recolección de muestras de calidad del agua

Las muestras de aguas que se tomarán serán individuales o simples, es decir que se tomarán de manera puntual y representan las condiciones y características del río en el instante en que es tomada la muestra. La manera en que se toma las muestras es muy importante para garantizar la representatividad de los resultados analíticos que se obtendrán en los análisis de laboratorio, por lo que en el momento de realizar el muestreo deberán tomarse en cuenta las siguientes condiciones generales.

- Las muestras se deben tomar en los sitios de mayor turbulencia o aguas abajo de ésta, lo cual garantiza la homogeneidad en el cuerpo de agua.
- Debe evitarse tomar las muestras en los sitios muy cercanos a las orillas del cuerpo de agua.

- No deben colectarse depósitos o materiales adheridos a las paredes del cuerpo de agua o superficie del mismo, tampoco deben colectarse partículas grandes o no usuales.
- Aunque los recipientes son descontaminados en laboratorio, es conveniente siempre usarlos para contener el agua que almacenan la primera vez que se los usa, esto es agua residual, agua potable o de un cuerpo de agua específico.
- Las muestras deben ser identificadas de manera clara inmediatamente que son tomadas, generalmente es mejor emplear un número correlativo y una clave que indique el estudio al que pertenecen.
- Para un adecuado manejo de las muestras es necesario identificarlas correctamente mediante etiquetas, de manera que en cualquier momento sea posible diferenciarlas. Las etiquetas deben contener como mínimo la información que se muestra en el siguiente modelo de etiqueta:

Proyecto:.....		
Número de Muestra: .....	Fecha: .....	Hora: .....
Identificación:.....		
Temperatura Muestra .....	Temperatura ambiente .....	
Punto de muestreo: .....		
Profundidad: .....	Conservador .....	
Parámetros a determinar: .....		
Nombre y firma del muestreador: .....		

**Procedimiento general para la recolección de muestras en el río:**

- Se debe Introducir el frasco aproximadamente 30 cm bajo la superficie de la corriente.
- Se destapa el frasco dentro del agua, la boca del envase debe quedar en sentido contrario al del flujo de la corriente.
- Una vez que el agua ocupe el volumen correspondiente del frasco, se lo tapa dentro del agua

**Procedimiento general para la recolección de muestras en el embalse:**

El muestreo en la columna de agua del embalse se realizara utilizando una botella Van Dorn (Figura 6-2), se tomara muestras del fondo, de la zona intermedia y de la zona superficial; lo anterior con la finalidad de identificar la profundidad a la que se pudiera estar presentando la **termoclina** del embalse, así como si existen cambios en el perfil de la columna de agua que altere los parámetros monitoreados.

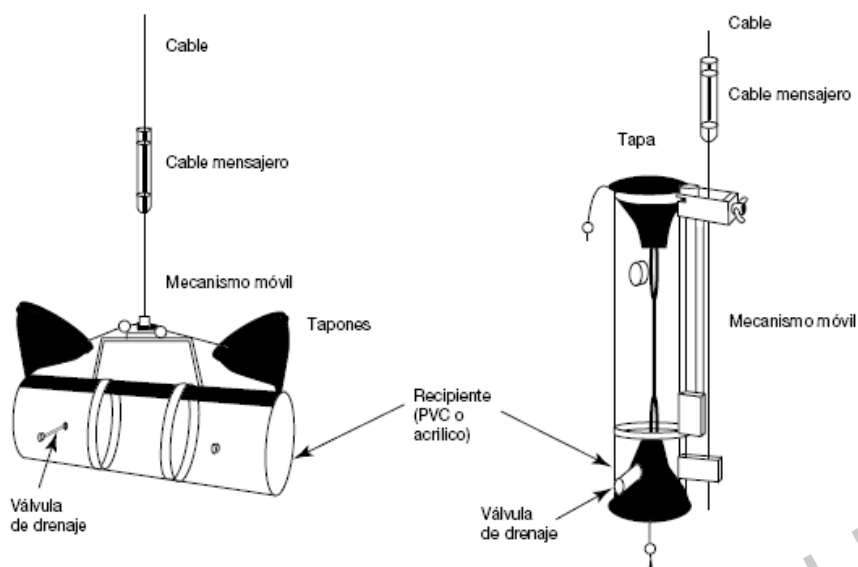


Figura 6-2 Equipo de muestreo

### Determinación de parámetros *in situ*

Para la determinación de los parámetros de campo como son temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y pH, se utilizará una sonda multiparamétrica marca HANNA modelo HI9828 u otro con características similares. La determinación de turbiedad se realizará utilizando un disco de Secchi.

Instrumento	Marca	Modelo	Parámetro	Intervalo de medición	Intervalo de precisión
Multiparamétrico	HANNA	HI9828	Temperatura	-5 a +55°C	± 0,15°C
			Conductividad eléctrica	0,000 a 200 000 mS/cm	± 1 µS/cm
			Potencial hidrógeno	0,00 a 14,00 unidades	± 0,02 unidades
			Oxígeno disuelto	0,0 a 50 mg/l	± 0 a 30 mg/l
Multiparamétrico	YSI	85	Temperatura	-5 a +65°C	± 0,1°C
			Conductividad eléctrica	0 a 4 999 µS/cm	± 0,5%
			Oxígeno disuelto	0,0 a 20 mg/l	± 0,3 mg/l
Potenciómetro	ORION	210	Potencial hidrógeno	0,00 a 14,00 unidades	± 0,02 unidades

Tabla 6-6 Parámetros *in situ* de calidad del agua

### Determinación en laboratorio

Para la determinación de parámetros de laboratorio se seleccionará el más cercano y que cuente con la acreditación correspondiente, expedida por la entidad mexicana de acreditamiento con lo cual se garantiza que los resultados emitidos cuentan con un control de calidad. Las técnicas y los límites de cuantificación que reporten el o los laboratorios que realicen las pruebas, deberán permitir evaluar los resultados con respecto a los valores más

exigentes establecidos en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001-89) (Gaceta Ecológica, 1990).

### Análisis e interpretación de resultados

Los resultados obtenidos serán comparados con los criterios y valores de referencia establecidos para diferentes usos y en este caso particular con los establecidos para la protección de la vida acuática. De la misma manera serán contrastados con los criterios de la EPA Water Quality Criteria, Gold Book, 1986 los cuales se han desarrollado con información científica y como guía de los efectos ambientales de los contaminantes, los límites son concentraciones aceptables para la protección de la vida acuática y salud pública.

Se realizará también la comparación con algunos parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996 ya que aún cuando no aplica a cuerpos naturales o receptores si no a descargas residuales, permiten una referencia de comparación.

Para evaluar el grado de contaminación del río y del futuro embalse se aplicará el índice de calidad del agua (ICA) diseñado por Vizcaino, comparando los resultados con las Escalas de Clasificación de Calidad del Agua.

#### C. Monitoreo de fauna acuática

### Índice biológico de integridad (IBI) y análisis de las poblaciones selectas de peces.

En la siguiente tabla se presenta la propuesta de **Índice Biológico de Integridad**. Este IBI se elaboró haciendo uso de los datos de la comunidad de peces recabados en los muestreos del 2009. Se llevó a cabo una selección de medidas y parámetros para cada una de ellas, además de la calificación de cada sitio siguiendo los atributos de la comunidad representados en el IBI.

Medición	Altitud de Sitio	Criterios y Evaluación Cualitativa		
		Pobre (0)	Media (5)	Alta (10)
Número de especies nativas	Todas	<2	2-5	>5
Individuos de especies exóticas (%)	Todas	>25	5-25	<5
Número de especies bentónicas	Todas	0	1-2	≥3
Número de especies pelágicas	Todas	<2	2-4	>4
Número de especies sensibles y moderadas	Todas	0	1	≥2
Individuos de especies tolerantes (%)	Todas	>90	90-30	<30
Cociente del número de individuos ovíparos y vivíparos exóticos entre el número de individuos vivíparos nativos	≥300m	>0,5	0,49-0,16	<0,15
	<300m	>0,9 o <0,3	0,4-0,69	0,7-0,9
Individuos de especies omnívoras (%)	Todas	>80	70-80	<70
Número de especies migratorias o con afinidad marina	≥300m	0	(-)	1
	<300m	0	1	≥2
Nro. de peces capturados por media hora de muestreo	Todas	<10	10-25	>25

Tabla 6-7 Propuesta de índice biológico de integridad

### Métodos y estrategia

- En primer término se parte de considerar como línea base, la definición del Índice de Integridad Biótica.
- El proceso secuencial de desarrollo, cálculo e interpretación del Índice de Integridad Biótica, se muestra en el siguiente diagrama.

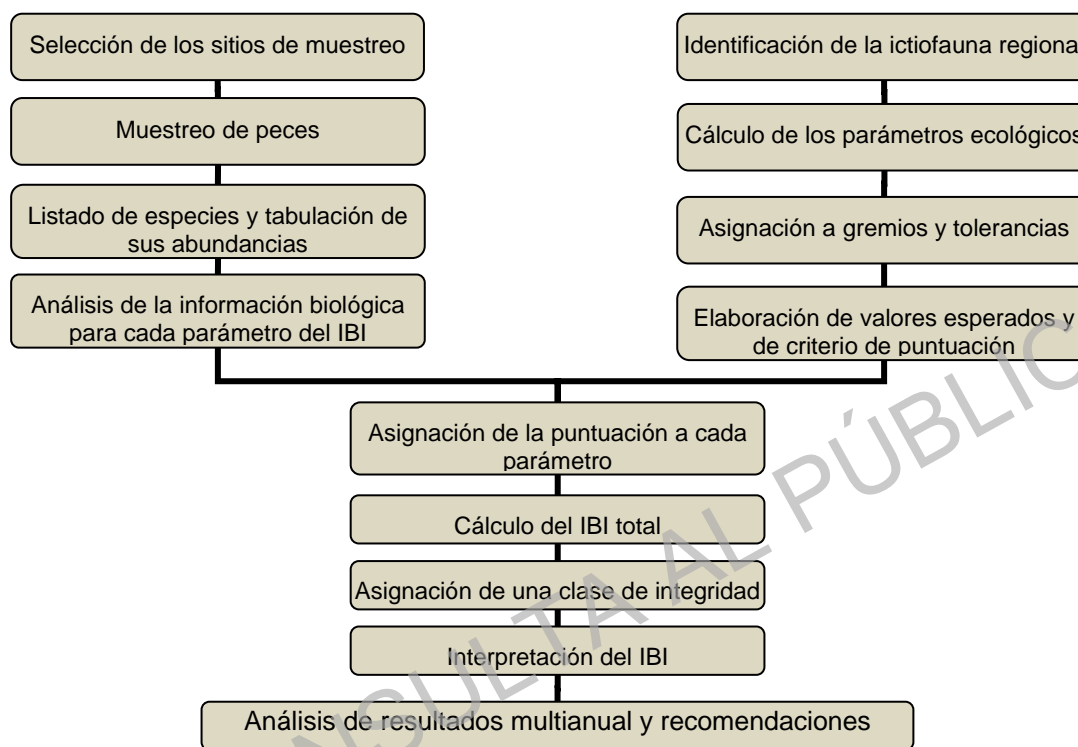


Figura 6-3 Proceso para la determinación del índice de integridad biótica

- a. La selección de los sitios de muestreo cuando menos debe considerar los utilizados en la caracterización del SAR.
- b. **Colecta de ejemplares.** Para la captura de peces se emplea un chichorro de 30 m de largo, y 1,5 m de caída y luz de malla de 1 cm, así como un equipo de electropesca. El esfuerzo de captura se estandarizará mediante la captura intensiva, el número de lances y el tiempo requerido para ello, además de la búsqueda y recolecta de peces en todos los hábitats presentes en cada sitio. Los ejemplares colectados en cada sitio se mantendrán momentáneamente en cubetas, de donde se contabilizarán y solo se fijarán algunos ejemplares de dudosa identificación, para trabajarlos en el laboratorio.

El material colectado se procesa en laboratorio y calcular los estadísticos e índices ecológicos requeridos para integrar el IBI conforme a la literatura.

- c. **Recopilación de antecedentes.** Se elaborará un censo de los sitios comprendidos en el área de estudio que cuentan con antecedentes sobre la diversidad de peces, para lo cual se recabará la información proveniente de la literatura especializada y de bases de datos.

- d. Reconocimiento taxonómico. Los especímenes serán identificados con el uso de bibliografía especializada (Alvarez 1950, 1970; Arredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo, 1985; Barbour y Miller, 1978; Espinosa-Pérez et al., 1993; Hubbs y Turner, 1939; Mendoza, 1965; Miller, 1960, 1983, 2005; Weeb, 1998). A cada uno de los organismos se les medirá la longitud patrón (LP) en milímetros, se tomará el peso con aproximación a décimas de gramos y se determinará el sexo.
- e. **Distribución y abundancia.** Se determinará la riqueza específica y abundancia numérica por sitio. Con ellos se calculará la amplitud de distribución, siguiendo los criterios recomendados por Díaz-Pardo et al. (1993) y por Soto-Galera et al. (1999), la abundancia relativa, índices de diversidad e índices de valor de importancia.

Las especies serán cotejadas con el listado que aparece en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- f. **Aspectos autoecológicos.** Se establecerán para las especies más abundantes, el índice de crecimiento alométrico de la relación longitud patrón-peso, que está representado en la ecuación  $y=axb$ , desarrollada como  $W=aLb$ , donde  $W$  es el peso y  $L$  la longitud patrón, mientras que  $a$  es una constante y  $b$  es el índice de crecimiento alométrico. Posteriormente, para desarrollar la ecuación anterior se seguirán las recomendaciones de Lagler (1977), Weatherley (1972) y Bagenal (1978). Más tarde, se realizarán comparaciones del coeficiente  $b$  por localidad, mediante pruebas de "t".

El Factor de condición ( $K$ ), que se deriva de la fórmula anterior, se calculará para las especies más abundantes, en las diferentes clases de talla. Mediante pruebas de "t" se determinará la existencia de diferencias significativas en este factor entre los diferentes sitios de captura y entre los sexos.

Se analizará la fecundidad y tamaño de camada de las especies mediante la extracción de la gónada de las hembras, la cual se pesará y disechará con el objeto de extraer los óvulos o embriones. Los resultados se analizarán por clases de talla y se establecerán las diferencias significativas, en el número de óvulos y/o embriones, así como el peso de la gónada o la biomasa embrionaria con la aplicación de pruebas de "t".

El **análisis** de cada año considerará los resultados de los años anteriores para concluir en las recomendaciones necesarias si existen cambios en la composición y estructura de los ensambles y comunidades de peces y así dirigir los esfuerzos para mitigar los posibles impactos adversos.

### Frecuencia de Monitoreo

**Inicio del monitoreo:** El monitoreo se iniciará de manera simultánea con el inicio del proyecto, aunque ya se cuenta con la información obtenida durante la ejecución de los estudios de caracterización de la calidad del agua.

**Periodicidad:** Durante el tiempo de construcción (3,5 años) se monitorearán dos veces al año, incluyendo las épocas de lluvia y la época de estiaje.

Durante los primeros cinco años de operación del proyecto, se propone realizar cuatro muestreos al año tanto en el río Grijalva como en el embalse del PH Chicoasén II. Posteriormente se pueden realizar dos muestreos al año.

### 6.7.2.6. Indicadores de monitoreo y seguimiento

#### Hidrológicos

- Gastos medios diarios m<sup>3</sup>/s
- Gastos medios mensuales m<sup>3</sup>/s
- Volúmenes mensuales y anuales de escurrimientos
- Volúmenes mensuales y anuales de sedimentos
- Volúmenes turbinados por las Centrales Hidroeléctricas

#### Calidad del agua

- Índice de calidad del agua
- Condiciones particulares de descarga
- Criterios de calidad del agua (límites mínimos y máximos permisibles)
- Concentración de nutrientes

#### Fauna acuática

- El número y abundancia de especies indicadoras, organización y función trófica, comportamiento reproductivo y abundancia de peces.
- Para estimar el Índice de Integridad Biótica se requiere estimar 12 atributos (métricas) que en conjunto proporcionan información sobre el estado actual en base a la riqueza y composición de especies.

CATEGORÍA	MÉTRICA
<b>Riqueza y composición de las especies</b>	1. Número de especies nativas peces
	2. Número de especies de percas
	3. Número de peces de sol
	4. Número de peces succionadores
	5. Número de peces intolerantes
	6. Proporción de individuos de especies tolerantes
<b>Composición trófica</b>	7. Proporción de individuos omnívoros
	8. Proporción de individuos insectívoros
	9. Proporción de individuos carnívoros
<b>Abundancia y condición de los peces</b>	10. Número de individuos de la muestra
	11. Proporción de individuos híbridos
	12. Proporción de individuos con enfermedades, tumores, daños o anomalías en el esqueleto.

Tabla 6-8 Atributos para la estimación del índice de integridad biótica

- Aunque los 12 atributos son los que originalmente Karr empleó (Grimaldo 1998), estos pueden ser modificados para ajustarse a las condiciones locales.

#### **6.7.2.7. Duración del programa**

El seguimiento y monitoreo se deben realizar a lo largo de la vida útil del embalse; sin embargo, este programa se diseña para el monitoreo durante los tres años de construcción y el seguimiento en los primeros 5 años de operación según la periodicidad anteriormente señalada.

#### **6.7.2.8. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

### **6.7.3. Programa de Monitoreo de los Ecosistemas Terrestres**

#### **6.7.3.1. Etapa del proyecto**

- Preparación del sitio y construcción
- Operación y mantenimiento

#### **6.7.3.2. Acciones generadoras de impacto**

- Desmante y despalme
- Cortes, nivelaciones, excavaciones, rellenos y compactaciones
- Aclareo de vegetación
- Uso y mantenimiento de maquinaria y equipo
- Contratación de mano de obra
- Limpieza y habilitación de plataformas existentes
- Embalse

#### **6.7.3.3. Objetivos**

- Determinar la eficiencia de las medidas de prevención y control de procesos erosivos o inestabilidad durante la construcción y operación del proyecto.
- Determinar los cambios ocurridos sobre la cobertura vegetal durante la construcción y operación del proyecto, mediante el monitoreo de las tendencias de cambio en la estructura, dinámica y composición de esta cobertura vegetal.
- Evaluar la modificación en la composición y estructura de los grupos de fauna terrestre en la zona de influencia del proyecto.

#### **6.7.3.4. Impactos a controlar**

- Modificación e inestabilidad de taludes



- Incremento del proceso de erosión
- Perdida de cobertura de selva baja caducifolia y bosque ripario
- Perdida de individuos incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Muerte accidental y/o cacería de individuos
- Perdida y perturbación de hábitat

### 6.7.3.5. Descripción de acciones

#### A. *Monitoreo de inestabilidad y erosión*

**Sitios de muestreo:** Para la erosión producida por el proyecto serán objeto de verificación todas las áreas utilizadas por el proyecto; para la erosión ajena a las obras del proyecto, se reconocerán los focos erosivos presentes en la zona de influencia del proyecto

**Metodología:** Se realizarán recorridos de los sitios de los sitios de muestreo.

Se llevará a cabo el seguimiento del material removido y colocado en los sitios de depósito de acuerdo a las cantidades de obra reportadas como ejecutadas por el contratista.

El volumen del material dispuesto en depósitos se obtendrá a partir de los acarrees de material a los mismos o mediante levantamientos topográficos.

La superficie total expuesta por la construcción, será descrita por separado para cada sitio de obra y cada uno de los frentes de trabajo.

La superficie expuesta por la construcción con tratamiento, se medirá directamente y se complementará con las cantidades de obra ejecutadas y pagadas.

Frecuencia de muestreo.

**Inicio de muestreo:** Desde el inicio de construcción del proyecto se hará el seguimiento de los indicadores establecidos.

**Periodicidad:** La evaluación de volúmenes removidos y depositados por la construcción se realizará mensualmente con base en las medidas de cantidades de obra ejecutada. Las áreas expuestas y tratadas por la construcción, se obtendrán cada dos meses con base en las cantidades de obra ejecutada y visitas de personal técnico a los sitios de obra.

Los procesos erosivos se evaluarán anualmente durante los 42 meses que dura la construcción del proyecto.

#### B. *Monitoreo de la cobertura vegetal*

**Sitios de muestreo.-** Se establecerán parcelas de 50 m x 20 m en las cuales, a través de estimaciones periódicas se cuantificarán los cambios; estas deberán ser georeferenciadas y delimitadas de tal forma que no se presenten confusiones acerca de su ubicación.

Se plantea la ubicación de parcelas de muestro en la selva baja caducifolia, vegetación secundaria y bosque de galería. Además de los sitios y/o áreas donde se realizó la reubicación de individuos rescatados.

**Metodología.**- Se realizará el inventario florístico de cada una de las parcelas, conteo de las especies y el registro de los siguientes parámetros: Diámetro a la Altura de Pecho (DAP), altura y cobertura.

Cada uno de los árboles, será marcado mediante la utilización de laminillas metálicas o plásticas numeradas secuencialmente; lo anterior facilitará los procesos de seguimiento posteriores.

Se tomarán muestras para la determinación taxonómica de cada uno de los árboles censados en la parcela.

**Informes.**- El primer informe deberá contener la información acerca de: la ubicación de cada una de las parcelas, el número de individuos en cada una de ellas y el análisis inicial de estructura y composición.

Los informes posteriores deberán incluir los análisis correspondientes a la estructura y composición, y las tendencias comparativas de cambios ocurridos con respecto a los estudios anteriores.

#### Indicadores

- Índice de valor de importancia IVI
- Índice de similitud entre parcelas
- Índice de diversidad de Shannon
- Índice de diversidad de Simpson

#### Frecuencia del monitoreo

En las áreas de influencia del proyecto, se realizara desde el inicio de la construcción. Considerando por lo menos un muestreo al año.

En las áreas restauradas y reforestadas se realizará a partir del primer año de operación de la misma manera deberá considerarse por lo menos un muestreo al año durante los primeros cinco años. A los cinco años de iniciada la operación se recomienda actualizar el mapa de vegetación y uso de suelo de tal manera que se establezcan las tendencias de recuperación de las zonas boscosas.

**Duración:** Teniendo en cuenta que el objetivo es monitorear hasta que la vegetación alcance un estado climático, se plantea realizar muestreos hasta que se alcancen valores constantes en los índices de riqueza y diversidad durante al menos cinco muestreos consecutivos. Así mismo, es posible tomar medidas, en caso de no presentarse cambios favorables en la recuperación del área, al poder tomar resoluciones que favorezcan el incremento en los procesos de regeneración del área.

#### C. Monitoreo de fauna terrestre

**Sitios de muestreo:** La selección de los sitios de muestreo deberá corresponder a los tipos de vegetación presentes en el área de influencia del proyecto, teniendo en cuenta las obras del proyecto; dentro de los sitios de muestreo se deben incluir los sitios de reubicación y/o liberación de fauna rescatada. De la misma manera deberán ser localizados y georreferenciados.

El método empleado para los muestreos de campo serán los mismos que se utilizarán en la caracterización de este componente ambiental y que se describen en el Capítulo 8 del presente documento.

### **Indicadores**

- Índices de diversidad
- Riqueza específica
- Superficie monitoreada
- Abundancia

### **Frecuencia y duración:**

Inicio del monitoreo: Se inicia desde el comienzo de la construcción del proyecto.

Los muestreos se realizarán por lo menos una vez al año durante la construcción del proyecto y en el primer año de operación. Posteriormente durante la fase de operación se podrán realizar cada dos años durante los primeros seis años de operación.

#### **6.7.3.6. Costos**

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

### **6.7.4. Programa de Seguimiento y Monitoreo Socioeconómico**

#### **6.7.4.1. Etapa del proyecto**

- Preparación del sitio y construcción
- Operación y mantenimiento

#### **6.7.4.2. Acciones generadoras de impacto**

- Adquisición de derechos inmobiliarios
- Contratación de mano de obra
- Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo
- Uso y manejo de explosivos
- Generación y disposición de residuos sólidos municipales

### 6.7.4.3. Objetivo

- Identificar y dar seguimiento a los posibles efectos sociales por la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Chicoasén II a fin de determinar su manejo, antes, durante y después de la ejecución del proyecto.

### 6.7.4.4. Impactos a controlar

- Generación de empleos directos e indirectos
- Afectación a actividades productivas
- Pérdida de sitios de pesca
- Incremento en la demanda de bienes y servicios
- Cambios en tipo de propiedad
- Ingresos a la economía local
- Modificación del proceso migratorio
- Incremento en la densidad de población
- Perturbación de la vida cotidiana

### 6.7.4.5. Descripción de acciones

La comunidades que se deberán incluir en el monitoreo socioeconómico serán las mayormente involucradas por el proyecto.

Entre otras se consideran las siguientes acciones de seguimiento:

- Registro de quejas de la población relacionadas a las actividades de desarrollo del proyecto.
- Número de quejas atendidas satisfactoriamente.
- Evolución de la percepción del proyecto y expectativas de la población.
- Manifestaciones de inconformidades relacionadas al proyecto.
- Población local empleada en el proyecto.

### 6.7.4.1. Costos

Los costos derivados de la aplicación de este programa serán incorporados en los precios unitarios del proyecto y precisados una vez que se licite el proyecto.

### 6.7.5. Programa de Supervisión

Se plantea la vigilancia y control de todos los programas de cada una de la Líneas Estratégicas, con la finalidad de asegurar el cumplimiento de cada una de las medidas descritas.

También se pondrá a identificar si las medidas fueron inadecuadas e insuficientes para los impactos determinados o incluso si se generan nuevos impactos con la aplicación de estas y en su momento determinar las medidas correctivas para su mitigación, compensación o prevención.

La Supervisión se hará a través de la Vigilancia Ambiental en sitio mediante recorridos de campo, utilizando como herramienta la elaboración de listas de verificación que considerarán entre otros aspectos:

- Las acciones generadoras de impacto: se realicen de acuerdo a las especificaciones técnicas descritas en el capítulo 2 de la MIA.
- Presentación de impactos identificados en el capítulo 5 de la MIA
- Identificación de impactos no determinados en el capítulo 5.
- Aplicación de medidas de acuerdo a cada uno de los programas descritos en el plan de manejo ambiental.
- Indicadores de seguimiento y/monitoreo descritos en cada uno de los programas del plan de manejo ambiental.
- Cumplimiento de medidas complementarias: especificaciones ambientales
- Cumplimiento de requisitos legales

#### **6.8. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS**

El costo aproximado por la ejecución de las medidas de mitigación a cargo de la CFE y de sus contratistas y subcontratistas asciende alrededor de 6 millones de dólares, mismos que serán precisados una vez que se licite el proyecto y sean incorporados en la propuesta técnica económica los costos de las medidas de protección ambiental. La garantía para la ejecución de las mismas queda contractualmente establecidas en el contrato de la empresa ganadora que construya el proyecto donde se establecen las fianzas y penalizaciones por incumplimientos.

*PROYECTO HIDROELÉCTRICO CHICOASÉN II*

# CAPÍTULO VII

*PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y  
EVALUACION DE ALTERNATIVAS*



**CFE** *Una empresa  
de clase mundial*

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS

## **CONTENIDO**

---

7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS....	3
7.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto .....	3
7.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto .....	4
7.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.....	6
7.4. Evaluación de alternativas .....	8
7.5. Conclusiones.....	11
7.6. Referencias .....	13

### CONTENIDO TABLAS

Tabla 7.1 Reducción de emisiones de GEI por el P.H. Chicoasén II.....	8
Tabla 7.2 Características de las alternativas del proyecto hidroeléctrico estudiadas.....	10

---

### CONTENIDO FIGURAS

Figura 7.1 Escenario del sistema fluvial sin proyecto.....	3
Figura 7.2 Escenario del sistema fluvial con proyecto y sin medidas de mitigación .....	4
Figura 7.3 Escenario del embalse del PH Chicoasén II sin medidas de mitigación.....	5
Figura 7.4 Escenario del sistema fluvial con proyecto y medidas de mitigación.....	6
Figura 7.6 Sitios alternativos estudiados .....	9

---

## 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### 7.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

En lo correspondiente a los ecosistemas terrestres afectados por el cambio de uso de suelo que realizan los habitantes de la región para el desarrollo de sus actividades productivas, se considera que las tasas de cambio sean similares en el mediano plazo ya que a la fecha no se ha decretado oficialmente el Modelo de Ordenamiento Ecológico para esta región, lo cual permitiría dirigir el desarrollo de la región de acuerdo a la vocación de los suelos y sus ecosistemas.

En lo que respecta al ecosistema fluvial, la situación actual no cambiará en el mediano y largo plazo, ya que en este tramo del río Grijalva, el régimen de caudales está determinado por la operación de la Central Hidroeléctrica y por consiguiente de acuerdo a la vida útil de la misma se espera que continúe operando de la misma manera por lo menos durante los próximos 30 años, con fluctuaciones diarias y con una variación mensual y estacional similar a la descrita en el apartado de diagnóstico del capítulo 4 (Figura 7.1).

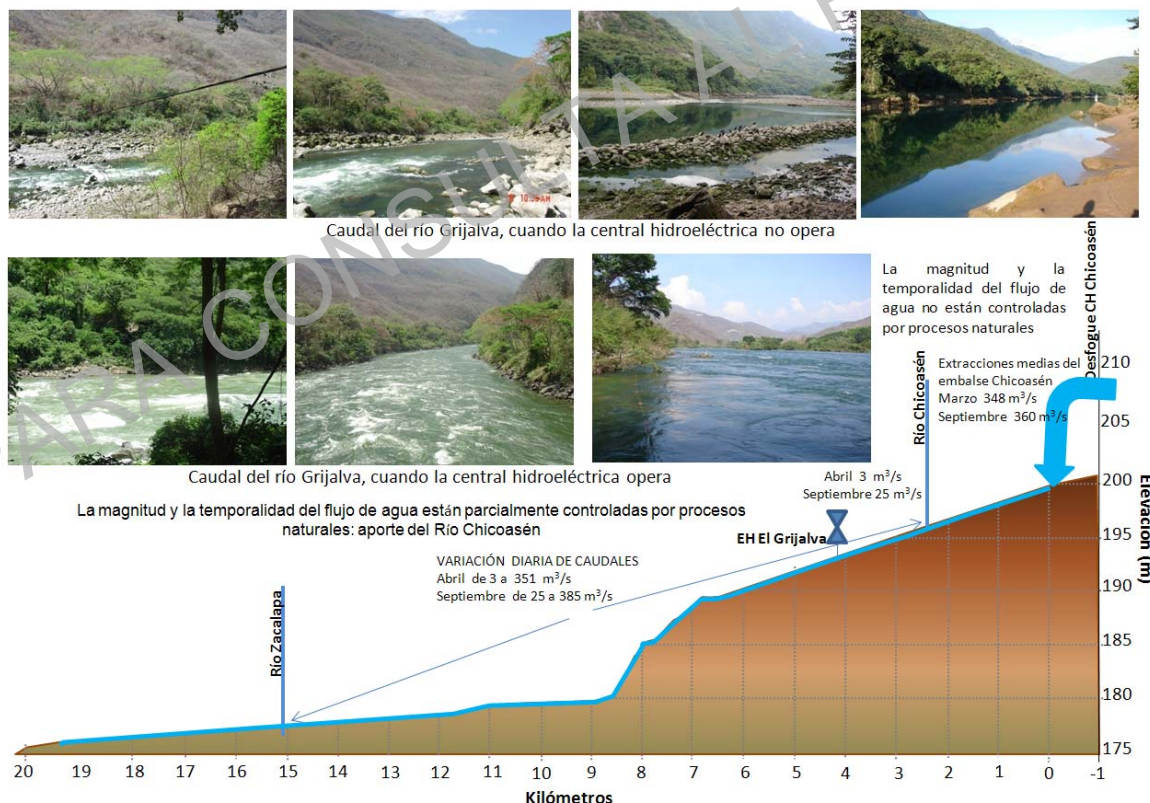


Figura 7.1 Escenario del sistema fluvial sin proyecto

En lo que respecta a la fauna acuática considerada bajo condiciones de protección ambiental, las principales amenazas para sus poblaciones son: la introducción de especies exóticas y en la región, algunas de estas representan un recurso aprovechable (autoconsumo y venta) por



los habitantes de la región. Sin embargo no se cuentan con políticas para su conservación por lo que es muy posible que la distribución y abundancia de las poblaciones de estas especies se vean reducidas en el corto plazo.

## 7.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

Insertando los cambios esperados por el desarrollo del PH Chicoasén II, sin medidas de mitigación, el proceso de transformación de la selva baja a comunidades secundarias será muy similar al escenario sin proyecto, ya que la superficie afectable de este tipo de comunidad representa una proporción pequeña 0,34%, con respecto a la superficie de selva baja caducifolia perturbada que presente en el SAR. Por su parte el bosque de galería, con el desarrollo del proyecto prácticamente desaparecería en este tramo de río en el corto plazo, ya que la zona del embalse es la más propicia para el establecimiento de esta comunidad. A su vez con la pérdida de bosque rípario se reduce el hábitat disponible para la fauna terrestre como son sitios de anidación, crítico para animales que requieren de cavidades como son los pájaros carpinteros, las ardillas, lagartijas y culebras.

Los terrenos desmontados para el establecimiento de infraestructura temporal si no son restaurados e inducida la recuperación de su cubierta vegetal, quedarán más tiempo expuestos a la acción del viento y lluvia hasta su recuperación a través de procesos naturales.

En el sistema fluvial se esperarían cambios drásticos en el corto y largo plazo en dos segmentos del río ( Figura 7.2):

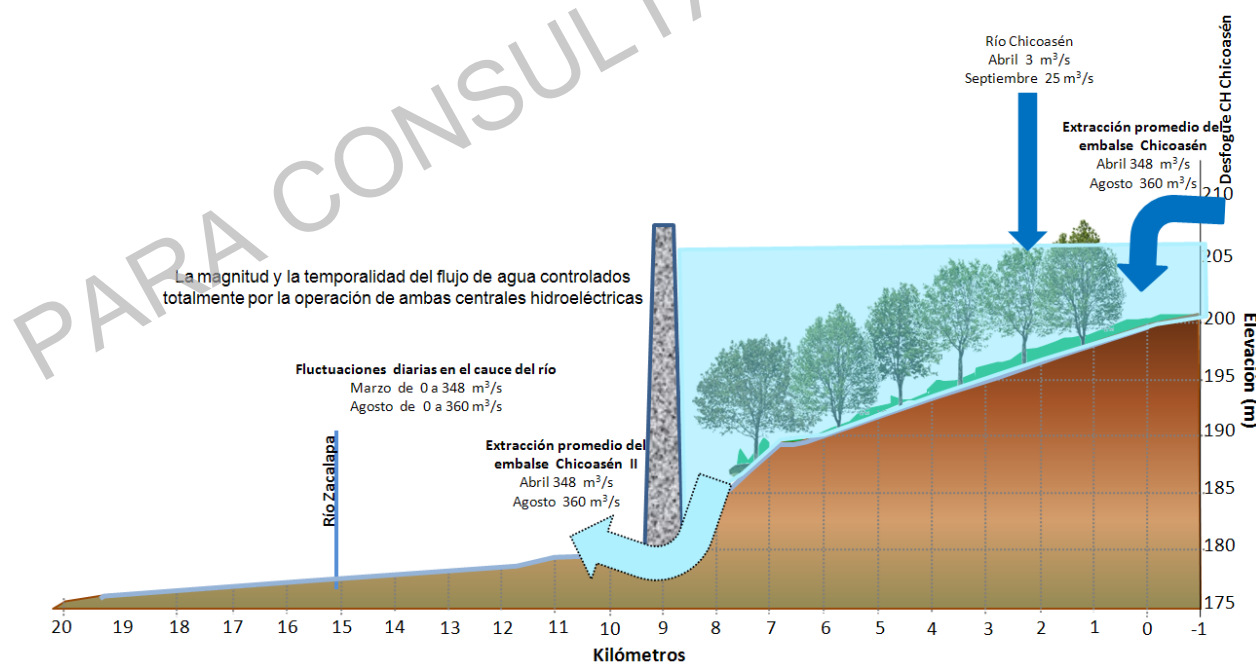


Figura 7.2 Escenario del sistema fluvial con proyecto y sin medidas de mitigación

- I. El primero por la modificación del hábitat lótico (río) a uno semiléntico, ya que en este segmento de ocho kilómetros la dinámica del nuevo cuerpo de agua estará determinada por la operación de las dos centrales hidroeléctricas, de esta manera durante las 16 horas diarias de operación de ambas, tendrá características más parecidas al río ya que

el flujo de entrada aportado por la turbinación de la CH Chicoasén será similar a las extracciones de agua para la generación de energía eléctrica en la nueva central (generación a hilo de corriente), mientras que las ocho horas restantes el agua permanecerá quieta. Con respecto a su calidad, este cuerpo de agua continuará recibiendo las descargas de aguas residuales crudas de la población de Chicoasén con aportes de materia orgánica (DBO) y otros contaminantes, lo anterior sumado a la descomposición de la biomasa vegetal inundada tendrá como resultado que la calidad del agua vaya en detrimento, si bien lo anterior favorecería el proceso de eutrofización, la rápida reposición del volumen de agua reducirá considerablemente el tiempo disponible para el florecimiento de algas y/o malezas acuáticas (Figura 7.4).

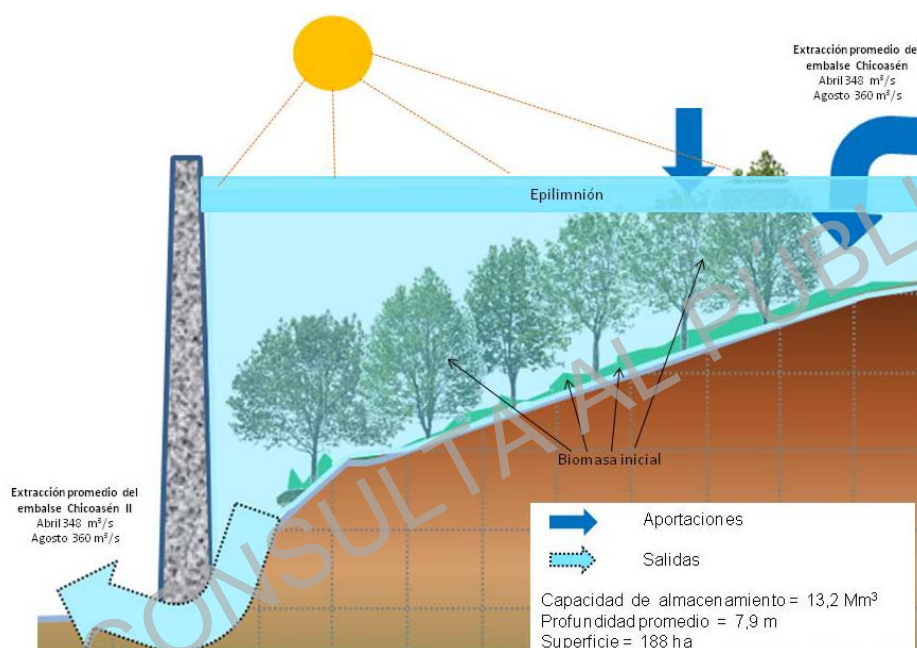


Figura 7.3 Escenario del embalse del PH Chicoasén II sin medidas de mitigación

- I. El segundo tramo comprendido desde la presa Chicoasén II hasta la parte final del embalse Malpaso, experimentará modificaciones en el régimen actual del flujo de agua. Las nuevas condiciones en esta ocasión estarán determinadas por la operación de ambas centrales, con variaciones diarias que podrían determinar la ausencia total de agua en el cauce durante las horas que no operan y grandes volúmenes de agua en las horas de generación. Lo anterior ocasionaría la eliminación de algunas especies acuáticas sensibles reduciendo con ello los índices de biodiversidad en la región.

En consecuencia la abundancia y distribución de las especies de fauna acuática sería drásticamente modificada. En el largo plazo el asilamiento de las poblaciones de peces, tanto en el embalse como aguas abajo de la presa provocaría fenómenos de endogamia y degeneración de las especies. Por otra parte, es común la introducción de tilapia en los embalses para su aprovechamiento pesquero, especie exótica que se ve favorecida por las nuevas condiciones al compite con las nativas.

### 7.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

En este último escenario se inserta el proyecto en el Sistema Ambiental, así como las medidas de prevención, mitigación y compensación los cuales permiten discutir lo siguiente.

Los programas de reforestación y restauración de riberas así como de los espacios intervenidos de manera temporal arrojan otro panorama en el cual el PH Chicoasén II se aproxima a la sustentabilidad. Ya que con ello se espera la recuperación de cobertura vegetal, la conservación y protección de especies de flora y fauna con y sin estatus de riesgo.

Las condiciones del sistema fluvial en los dos tramos mencionados anteriormente considerando la liberación de un gasto ecológico y la adecuación del embalse eliminando parte de la masa forestal existente en el embalse son las siguientes:

Al eliminar parte de la biomasa forestal, aunado a la no regulación que tendrá su vaso y al alto recambio del agua del mismo, se prevé que las condiciones futuras de calidad del agua continúen siendo aceptables para los usos actuales y futuros del embalse como pueden ser la pesca, recreación y navegación.

De la misma manera con la liberación de un gasto ecológico similar al que actualmente circula cuando la central no opera, se espera la continuidad, supervivencia y conservación por lo menos en las mismas condiciones actuales del segmento de río comprendido desde el sitio del PH Chicoasén II hasta el embalse de la presa Malpaso (figura ).

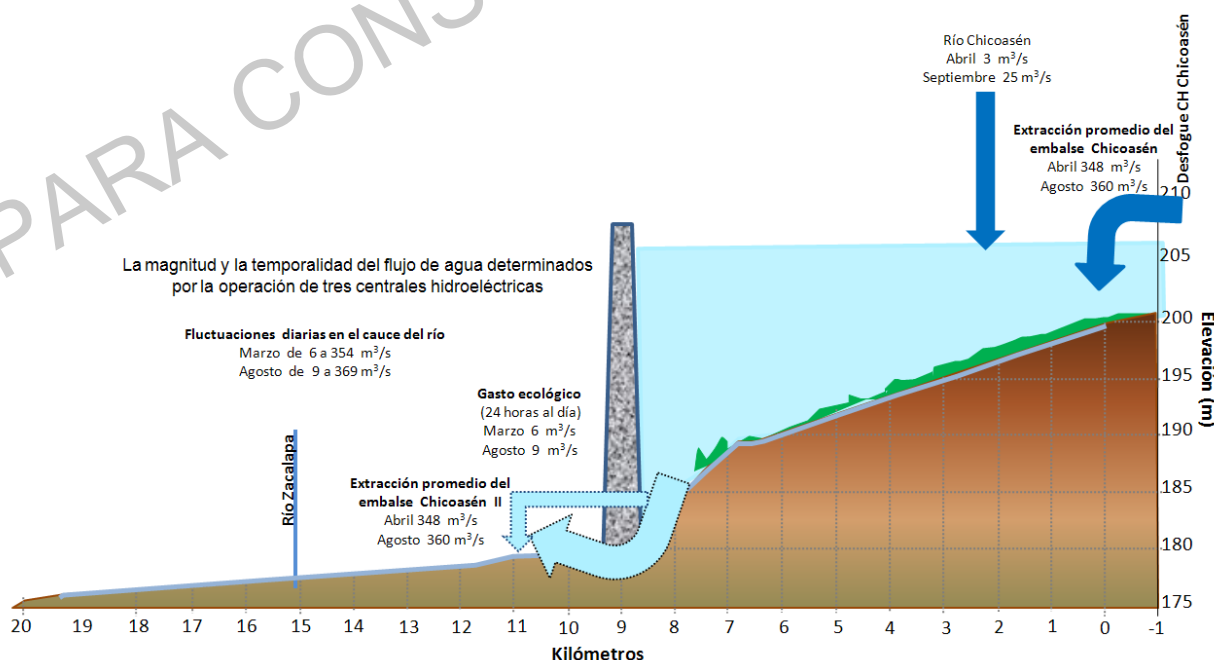


Figura 7.4 Escenario del sistema fluvial con proyecto y medidas de mitigación.

Con respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero por el futuro embalse se considera lo siguiente:

De acuerdo con la metodología del Panel Intergubernamental de Cambio Climático, (IPCC, por sus siglas en inglés), para la elaboración de inventarios de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (IPCC 2006), las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> (bióxido de carbono y metano) que se tienen en los embalses, ya sean naturales o artificiales, dependen de diversos factores, como la biomasa, temperatura, condiciones climáticas y edad del embalse.

En el caso particular de las emisiones de CO<sub>2</sub> en un embalse, en términos prácticos y con el fin de evitar una doble contabilidad de las emisiones de este gas (IPCC, 2006), y en la ausencia de evidencia concluyente sobre el impacto a largo plazo de las inundaciones, la referida metodología sólo toma en cuenta los primeros 10 años posteriores a la inundación. Así un embalse sólo tendrá emisiones de CO<sub>2</sub> durante los primeros 10 años, después de la inundación, y se calculan de acuerdo con la siguiente fórmula (IPCC, 2006):

$$\text{Ecuación 1: } CO_{2em} = P \times E(CO_{2})_{dif} \times A \times f_A \times 10^{-6}$$

Donde:

- CO<sub>2em</sub>: Son las emisiones totales de CO<sub>2</sub> en Gg/año
- P : Son los días al año libres de hielo (días/año)
- E(CO<sub>2</sub>)<sub>dif</sub>: Son las emisiones difusivas diarias, en kg CO<sub>2</sub>/ha-día
- A: Es el área total del embalse
- f<sub>A</sub>: Es la porción total del embalse que fue inundada

Con respecto a las emisiones de CH<sub>4</sub>, estudios de medición no indican que el tiempo transcurrido desde la inundación tenga alguna influencia sobre los flujos de las emisiones de CH<sub>4</sub> en embalses boreales y templados, pero si, en las regiones tropicales, con el fin de ser conservadores en los cálculos, al contrario de las emisiones de CO<sub>2</sub>, en este caso se considerará que se presentaran emisiones de CH<sub>4</sub> a lo largo de toda la vida del embalse. La metodología propuesta para determinar las emisiones de CH<sub>4</sub> en un embalse es (IPCC, 2006):

$$\text{Ecuación 2: } CH_{4em} = P \times E(CH_4)_{dif} \times A \times 10^{-6}$$

Donde:

- CH<sub>4em</sub>: Son las emisiones totales de CH<sub>4</sub> en Gg/año
- P : Son los días al año libres de hielo (días/año)
- E(CH<sub>4</sub>)<sub>dif</sub>: Son las emisiones difusivas diarias, en kg CH<sub>4</sub>/ha-día
- A: Es el área total del embalse.

Los valores de CO<sub>2</sub>dif y CH<sub>4</sub>dif aplicables para el caso de México son 44,9 y 0,630 respectivamente, así mismo, el valor de P, para el caso de México es de 365 y el área del embalse es de 188 ha.

Aplicando los valores anteriores a las ecuaciones 1 y 2 se tienen los siguientes resultados:

$$CO_{2em} = 365 \times 44,9 \times 188 \times 1 \times 10^{-6} = 3,08 \text{ Gg } CO_2/\text{año.}$$

$$CH_{4em} = 365 \times 0,63 \times 188 \times 10^{-6} = 0,04 \text{ Gg } CH_4/\text{año.}$$

Tomando en cuenta el factor de emisión actual por la generación de electricidad en el Sistema Eléctrico Nacional de 0,4767 tCO<sub>2</sub>/MWh (DEUMAN-CFE, 2010), y la generación media del Proyecto Hidroeléctrico Chicoasén II de 571 000 MWh, si esta generación se obtuviese de la red (a base de combustóleo), se tendría una emisión de 272 195 tCO<sub>2</sub> al año. Descontando las emisiones totales de GEI atribuibles al embalse, el proyecto Chicoasén II tendrá una reducción neta de 268 206 tCO<sub>2</sub>/año (Tabla 7.1).

Emisiones del Embalse		
Unidad	Valor en Gigagramos (Gg)	Valor en toneladas (t)
CO <sub>2</sub>	3,08	3 081,04
CH <sub>4</sub> <sup>1</sup>	0,907	907,84
<b>Total</b>	<b>3,98</b>	<b>3 988,88</b>
Emisiones de la red		
Parámetro	Valor	Unidad
Factor de emisión de la red	0,4767	tCO <sub>2</sub> /MWh
Generación media Chicoasén II	571 000	MWh/año
<b>Emisiones totales de la red</b>	<b>272 195,70</b>	<b>tCO<sub>2</sub>/año</b>
Emisiones evitadas por el PH Chicoasén II		
<b>Total</b>	<b>268 206,82</b>	<b>tCO<sub>2</sub>/año</b>

Tabla 7.1 Reducción de emisiones de GEI por el P.H. Chicoasén II

#### 7.4. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La CFE desde la segunda mitad del siglo pasado ha estudiado exhaustivamente el aprovechamiento del potencial eléctrico del cauce principal del río Grijalva, procurando aprovechar al máximo el desnivel existente entre el desfogue de la CH Angostura y los niveles de operación en el embalse de la CH Malpaso.

Así en el período de 1963 a 1970 realizó la exploración de los sitios Sumidero, Chicoasén y La Cueva de los cuales finalmente se seleccionó el segundo para la construcción de la actual Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres (CH Chicoasén).

Para el aprovechamiento del río Grijalva en el tramo comprendido de la CH Chicoasén al embalse de la CH Malpaso, la CFE ha realizado desde hace varios años diversos estudios topográficos, hidrológicos y geológicos, con el objetivo de seleccionar y aprovechar la mejor alternativa para desarrollar el proyecto hidroeléctrico Chicoasén II. Los sitios que han sido estudiados (Figura 7.5) fueron los siguientes:

**Los Cedros.-** En 1977 se estudio el sitio localizado 22 km aguas abajo del actual proyecto Chicoasén II, el cual fue eliminado debido a la poca carga hidráulica aprovechable y por que la obra civil quedaría dentro del embalse de la CH Malpaso.

**Arroyo Copainalá.-** Fue estudiado en el periodo comprendido de 1978 a 1980, en esta etapa se estudiaron varios sitios cercanos a la desembocadura del arroyo Copainalá. Los esquemas analizados inicialmente se propusieron con su nivel de desfogue próximo al Nivel de Aguas

<sup>1</sup> El CH<sub>4</sub> tiene un potencial de calentamiento global 21 veces mayor que el CO<sub>2</sub>

Máximo Ordinario (170 msnm) de la presa Netzahualcoyotl. El abandono del estudio de esta alternativa, sucede, una vez que se decidió la construcción de la cortina alta de Chicoasén e inicia las la instalación de dos unidades adicionales en la CH Malpaso, con lo cual se reubicó el Nivel Máximo de Operación de su embalse a 176 m.

**Tres Picos.-** En 1981 se analiza una nueva alternativa, ubicando el eje de cortina 250 m aguas abajo de la confluencia arroyo Copainalá-río Grijalva. El esquema propuesto consistió en una cortina baja de concreto, sección gravedad con corona a la cota 217; casa de máquinas integrada y dispuesta en la parte central de cauce del río proyectada para alojar tres turbinas tipo Kaplan de 100 MW cada una.

**La Cuevaita.-** Se localiza en el río Grijalva a 8 km aguas abajo del desfogue de la CH Chicoasén y corresponde al sitio actual propuesto para el desarrollo del PH Chicoasén II. Para la selección del mismo se tomo en cuenta principalmente la facilidad de acceso.

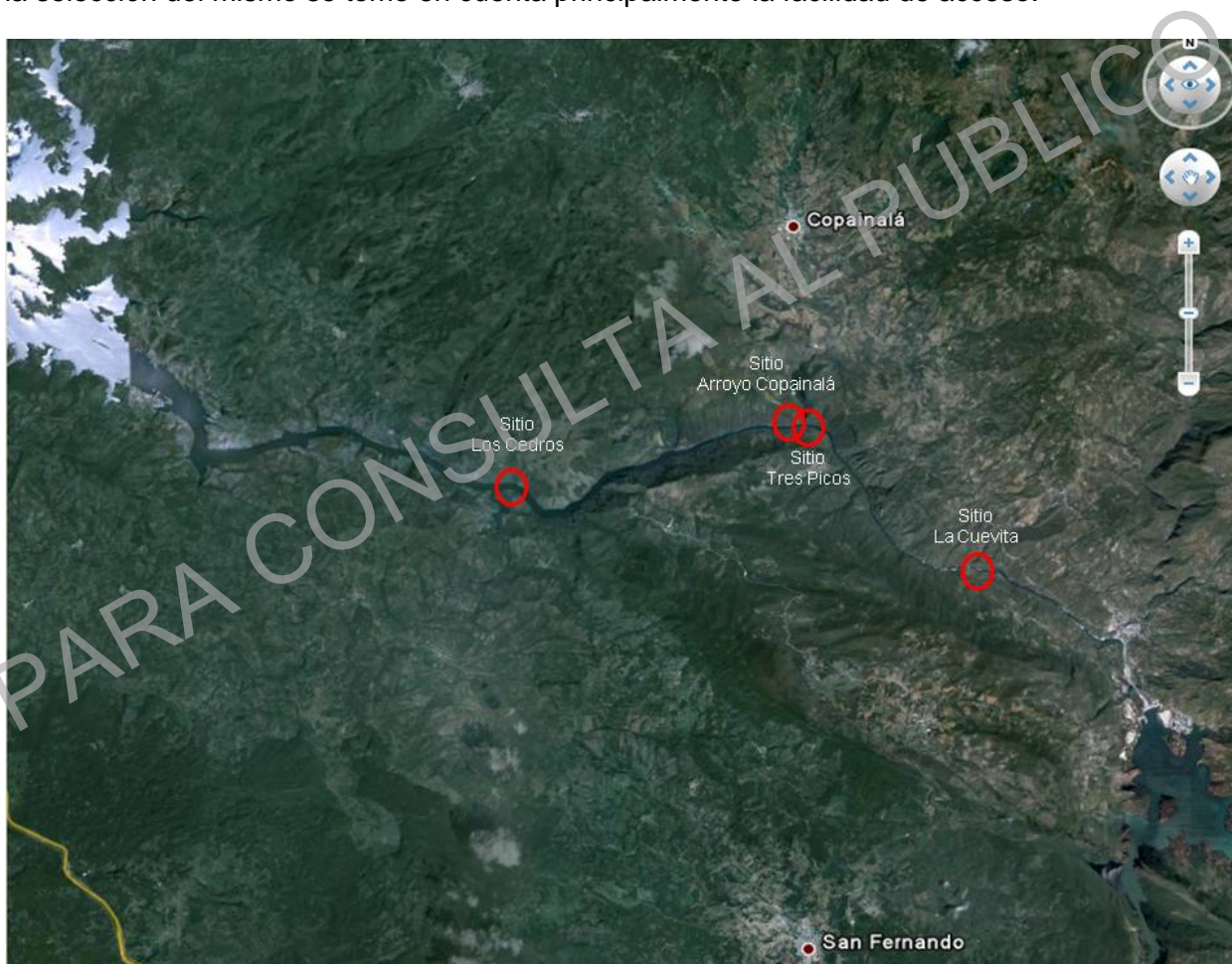


Figura 7.5 Sitios alternativos estudiados

Las características principales de los sitios La Cuevaita (PH Chicoasén II) y Tres Picos se resumen en la siguiente tabla:

Datos	Sitios estudiados	
	Tres picos	La Cueva (Chicoasén II)
Localización	17°02' LN y 93°13' LW	16° 59' 05" LN y 93° 09' 53" LW
Cortina		
Tipo	Sección gravedad	Sección gravedad
Altura de cortina	65 m	30 m
Longitud de la corona	252 m	43 m
Ancho de la corona	10 m	10 m
Potencia instalable	240 MW	225
Generación media anual	680 GWh	502 GWh
Embalse		
Nivel de aguas máximo extraordinario (NAME)	210,97	208
Superficie de embalse al NAME	261 ha	189 ha
Longitud	15 km	8,5 km
Capacidad al NAME	31 Hm <sup>3</sup>	16,94 Hm <sup>3</sup>
Área de captación	39,26 km <sup>2</sup>	26 600 km <sup>2</sup>
Escorrentamiento medio anual	13 596 Mm <sup>3</sup>	10 790 Mm <sup>3</sup>
Gasto medio	430,71 m <sup>3</sup> /s	342 m <sup>3</sup> /s
Volumen aprovechable	13 596 Mm <sup>3</sup>	10 790 Mm <sup>3</sup>

Tabla 7.2 Características de las alternativas del proyecto hidroeléctrico estudiadas

La selección final del sitio La Cueva (PH Chicoasén II) se realizó en base a los siguientes criterios:

Inicialmente la selección final del sitio propuesto para el desarrollo del PH Chicoasén II, fue en base a su factibilidad técnica y económica, sin embargo al realizar la evaluación de los impactos ambientales potenciales en los cuatro sitios de estudio, los tres primeros implican una afectación mayor, principalmente debido a los requerimientos de una superficie de embalse considerablemente superior, además de inundar la zona encañonada poco accesible razón por la cual se encuentra con menor grado de perturbación en comparación con el último sitio mencionado.

En resumen las ventajas del sitio La Cueva (PH Chicoasén II) en comparación con las otras alternativas son las siguientes:

- Menor superficie de embalse
- Área inundable por el embalse con mayor grado de perturbación
- Evitar la inundación de viviendas del poblado de Chicoasén
- Cercanía a la Central Hidroeléctrica Chicoasén, lo cual permite ocupar los mismos espacios utilizados para la construcción y ampliación de la misma en las obras temporales de apoyo.

- Mayor facilidad de acceso, lo cual permite reducir la superficie afectable por caminos de acceso en áreas con vegetación bien conservada o con menor grado de afectación.

## 7.5. CONCLUSIONES

El sistema hidrológico constituido por el río Grijalva fue alterado por el establecimiento de cuatro grandes presas, de tal manera que actualmente está constituido por cuatro cuerpos de agua lenticos (embalses) alternados con segmentos del río Grijalva, cuyo régimen de caudales está determinado por el funcionamiento de las centrales hidroeléctricas, lo que a su vez a producido cambios en la geomorfología del cauce y en la diversidad de hábitats para la fauna acuática.

El PH Chicoasén II se ubica en el segmento del río Grijalva comprendido desde la presa Chicoasén al embalse Malpaso, en el cual el régimen de caudales varía principalmente de acuerdo a la operación de la CH Chicoasén y en menor escala a las aportaciones de los escurrimientos de su principal afluente en este tramo (río Chicoasén) del cual depende el funcionamiento del ecosistema cuando la central no opera.

El Sistema Ambiental Regional delimitado para el PH Chicoasén II comprende una superficie de 16 721 ha y está constituido por las microcuencas que confluyen hacia este tramo del río Grijalva.

La comunidad vegetal mejor representada en el SAR es la selva baja caducifolia en riqueza, diversidad y extensión. Sin embargo la mayor parte de su extensión y distribución están completamente alteradas principalmente por efecto de la agricultura y ganadería. Sin embargo, pueden hallarse pequeños fragmentos de bosque, algunos en recuperación, que conservan componentes arbóreos que se encargan de mantener la estructura y fisonomía de los bosques primarios, principalmente en laderas con mucha pendiente. No obstante cuando comparamos este número con otras áreas geográficas o áreas naturales protegidas incluso con mucha menor extensión pueden llegar a contener mucho mas especies que este SAR. Por otra parte la similitud florística de esta área con otras áreas adyacentes tal como el cañón del sumidero es muy baja (17%) incluso aun comparándolo a nivel de género (30%). Este puede deberse a dos posible explicaciones: a) la extensión de los bosques del cañón del sumidero excede los 1100 m, mientras que en promedio los bosques de selva baja caducifolia del SAR Chicoasén II están en promedio entre los 200 y 700 m de altitud, b) se encuentra con bastante disturbio antropogénico que muchas especies de estos bosques han sido reemplazados por especies de vegetación secundaria.

En términos de biodiversidad, Chiapas es catalogado como un estado megadiverso y la región de estudio se encuentra inmerso y colindando con áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad. Es por ello que a pesar de que su estructura a sufrido y continua experimentando los cambios impuestos por las actividades antropogénicas, aún conserva gran parte de su biodiversidad. Lo anterior se concluye por los resultados de los trabajos de campo, durante los cuales se registraron especies con algún status de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, 1,2 % del total de plantas y 9,93% del total de especies de fauna terrestre.

A pesar de su incuantificable valor biológico-pesquero la cuenca del río Grijalva donde se ubica el PH Chicoasén II, ha sido una de las más alteradas en el estado de Chiapas, estas modificaciones trajeron consigo la fragmentación del hábitat, que impidió el movimiento de



varias especies periféricas (invasoras marinas) hacia las aguas interiores de la cuenca del Grijalva, como la chopa (*Ictiobus meridionalis*) y el robalo blanco (*Centropomus undecimalis*); así como una especie de langostino (*Macrobrachium* sp). Esto además permitió que los nuevos ambientes creados fueran objeto de numerosas introducciones (con fines pesqueros y acuícolas), de especies exóticas invasoras (ej. las diferentes especies de tilapias y carpas), las cuales han desplazado y mermado las pesquerías con especies nativas.

Las singularidades del tramo fluvial en estudio están determinadas en gran medida por dos características relevantes: (1) la existencia de un régimen artificial de caudales, regulado por la presa Chicoasén y (2) la existencia de áreas de inundación en toda su longitud, derivada de los regímenes de inundación natural provenientes del río Chicoasén.

El PH Chicoasén II transformará 8 km de este ecosistema fluvial en un embalse al construir una presa a 8,5 km aguas abajo del desfogue de la presa Chicoasén. Así como un tramo de 10 km aproximadamente aguas abajo de donde se ubicará la cortina del proyecto y su confluencia con el embalse de la presa Malpaso. La pérdida de hábitats fluviales es un impacto significativo, asociado con la construcción de las grandes presas hidroeléctricas, sin embargo, se considera que éste puede ser resistido y amortiguado por el ecosistema, partiendo de la base que en los 10 Km aguas abajo no habría intervenciones que pudieran afectar su hidrología y morfología, siempre y cuando se permita un gasto ecológico (que se sugiere sea el caudal que actualmente mantiene el río Chicoasén). El río Chicoasén actualmente aporta un caudal ecológico, que ha mantenido el funcionamiento de los procesos biológicos y ecológicos de esta zona del río Grijalva.

Desde el punto de vista ictiofaunístico el tramo de la cuenca del río Grijalva potencialmente aprovechable por el PH Chicoasén II, contiene el 37% de la ictiofauna del río Grijalva, un porcentaje relativamente bajo dado el número de especies que se esperaban encontrar (40 spp). Su relación con otras áreas circunvecinas, pertenecientes a la misma cuenca hidrológica, evidencian su similitud ictiofaunística particularmente con la cuenca del río Chicoasén, río Tecpatán, Reserva Ecológica El Canelar, Presa Malpaso y El Parque Nacional Cañón del Sumidero, con las cuales comparte más del 60% de la ictiofauna. De tal forma que las modificaciones hidrológicas derivadas del proyecto en comento, no pondrán en riesgo a las poblaciones de peces de esta parte del Grijalva, dado que los impactos esperados serán muy puntuales y las especies registradas en esta área se localizan en la mayor parte de la cuenca media y alta del río Grijalva.

De los impactos inducidos por el proyecto los de mayor significancia (altos) están asociados a la etapa de operación y mantenimiento, correspondiendo a:

- Pérdida de cobertura de selva baja caducifolia y bosque de galería
- La modificación y fragmentación del hábitat disponible para la fauna acuática
- La modificación y fragmentación del hábitat disponible para la ictiofauna bajo algún status de protección.
- Pérdida y perturbación del hábitat de fauna terrestre.

Sin embargo a pesar de su valoración, pueden ser mitigados y compensados mediante las acciones propuestas en los programas de manejo y monitoreo ambiental del Plan de Seguimiento Ambiental. Por consiguiente se concluye que:

El proyecto no modificara la capacidad de carga, la integridad, ni el funcionamiento de los ecosistemas terrestres y/o acuáticos.

Los impactos positivos son ocho, los cuales se concentran en el factor socioeconómicos y se origina por la derrama económica, la generación de empleos directos e indirectos, el incremento del potencial pesquero y turístico así como el planteamiento de proyectos productivos que contribuyan al desarrollo de la región.

De las alternativas propuestas, el sitio La Cueva (PH Chicoasén II) es el que presenta las mejores condiciones técnicas, ambientales y sociales para el establecimiento del proyecto hidroeléctrico.

## **7.6. REFERENCIAS**

DEUMAN-CFE. (2010). *Project Design Document (CDM PDD), "La Yesca Hydroelectric Power Plant* .

IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories, Appendix 2 Possible Approach for Estimating CO2 Emissions from Lands Converted to Permanently Flooded Land: Basis for Future Methodological Development.*

IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Appendix 3 CH4 Emissions from Flooded Land: Basis for Future Methodological Development.*

*PROYECTO HIDROELÉCTRICO CHICOASÉN II*

# CAPÍTULO VIII

*INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y  
ELEMENTOS TECNICOS*



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS

**CFE** *Una empresa  
de clase mundial*

## CONTENIDO

8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS .....	5
8.1. Cartografía .....	5
8.1.1. Imágenes de satélite .....	5
8.1.2. Listado de planos .....	6
8.2. Fotografías .....	7
8.2.1. Procesos constructivos en presas .....	7
8.2.2. Flora en el Sistema Ambiental Regional .....	8
8.2.3. Fauna terrestre del Sistema Ambiental Regional .....	12
8.2.4. Fauna acuática .....	16
8.2.5. Aspectos socioeconómicos .....	19
8.2.5.1. Patrimonio cultural .....	19
8.2.5.2. Comercio, turismo y recreación .....	20
8.2.5.3. Actividades productivas .....	21
8.2.5.4. Infraestructura .....	22
8.2.5.5. Servicios .....	23
8.2.5.6. Talleres en las comunidades .....	24
8.2.5.7. Información socioeconómica .....	25
8.3. Materiales y métodos .....	36
8.3.1. Calidad del agua .....	36
8.3.2. Metodología flora .....	40
8.3.3. Metodología fauna terrestre .....	41
8.3.3.1. Anfibios y reptiles .....	41
8.3.3.2. Trabajo de campo anfibios y reptiles .....	41
8.3.3.3. Aves: Trabajo de campo .....	42
8.3.3.4. Mamíferos: Trabajo de campo .....	43
8.3.3.5. Análisis de datos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) .....	45
8.3.4. Metodología fauna acuática .....	46
8.4. Resultados de trabajos de campo .....	50
8.4.1. Listado de especies leñosas de plantas registradas en el área de estudio SAR .....	50
8.1.1. Listados de fauna terrestre .....	57
8.5. Fichas de especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 .....	61
8.5.1. Especies de flora .....	61
8.5.1.1. <i>Tabebuia chrysantha</i> G. Nicholson .....	61

8.5.1.2.	<i>Chamaedorea glaucifolia</i> H. Wendl. ....	62
8.5.1.3.	<i>Tillandsia chiapensis</i> C. S. Gardner.....	62
8.5.1.4.	Especie: <i>Agave grijalvensis</i> B. Ullrich.....	63
8.5.1.5.	<i>Astronium graveolens</i> Jacq. ....	64
8.5.1.6.	<i>Guaiacum sanctum</i> L.....	66
8.5.1.7.	<i>Sideroxylon capiri</i> (A. DC.) Pittier .....	67
8.5.2.	Especies de fauna terrestre .....	68
8.5.2.1.	<i>Sphaerodactylus glaucus</i> Cope, 1865.....	68
8.5.3.	Especies de fauna acuática .....	71
8.5.3.1.	<i>Rhamdia guatemalensis</i> .....	71
8.5.3.2.	<i>Cichlasoma grammodes</i> .....	72
8.5.3.3.	<i>Vieja hartwegi</i> .....	74
8.5.3.4.	<i>Potamarius nelsoni</i> .....	77
8.6.	Resultado de análisis de laboratorio .....	79
8.7.	Otros.....	112
8.7.1.	Diagramas y gráficos.....	112
8.7.2.	Explicación de modelos matemáticos .....	113
8.7.3.	Análisis estadísticos .....	113
8.7.3.1.	Registros estaciones hidrométricas.....	113
8.7.4.	Glosario de términos .....	115
8.7.5.	Referencias .....	126

**CONTENIDO TABLAS**

Tabla 8.1	Localidades del Sistema Ambiental Regional – Chicoasén II .....	25
Tabla 8.2	Preservadores y tiempos máximos de retención de muestras por parámetro .....	38
Tabla 8.3	Localidades de muestreo en el SAR PH Chicoasén II. Se destaca el sitio de impacto por el desarrollo de la obra.....	47
Tabla 8.4	Comparación del número de especies registradas en el SAR.....	57
Tabla 8.5	Distribución y composición taxonómica de las especies de anfibios que fueron observados en el Sistema Ambiental Regional del PH Chicoasén II .....	58
Tabla 8.6	Distribución y composición taxonómica de las especies de reptiles que fueron observados en el SAR del PH Chicoasén II, por estación de muestreo .....	59
Tabla 8.7	Distribución de la ocupación de sitios por las especies de aves en el Sistema Ambiental Regional PH Chicoasén II .....	60
Tabla 8.8	Listado de especies estimadas dentro del SAR PH Chicoasén II.....	61

Tabla 8.9	Gastos medios mensuales y anuales registrados en la EH La Esperanza.....	113
Tabla 8.10	Gastos medios mensuales y anuales registrados en la EH La Esperanza.....	114
Tabla 8.11	Matriz de extracciones del embalse Chicoasén en m <sup>3</sup> /s .....	115

**CONTENIDO FIGURAS**

Figura 8.1	Imagen de satélite QuickBird 1 de 2 .....	5
Figura 8.2	Imagen de satélite QuickBird 2 de 2 .....	6
Figura 8.3	Muestra de agua procesada en campo para análisis en laboratorio.....	37
Figura 8.4	Mamíferos. Redes de niebla y trapeo. ....	45
Figura 8.5	Conteos a través de transectos: Aves y reptiles .....	45
Figura 8.6	Perfil altitudinal del río Grijalva-Copainalá, mostrando las estaciones de muestreo 47	
Figura 8.7	Localización de las estaciones de muestreo de peces en el SAR.....	48
Figura 8.8	Técnicas empleadas en el muestreo de peces .....	49
Figura 8.9	Mapa de distribución de <i>Rhamdia guatemalensis</i> en México (Fuente: Miller et al., 2005)	72
Figura 8.10	Mapa de distribución de <i>Cichlasoma grammodes</i> en México (Fuente: Miller et al., 2005).	74
Figura 8.11	Mapa de distribución de <i>Vieja hartwegi</i> en México (Fuente: Miller et al., 2005) .....	76
Figura 8.12	Mapa de distribución de <i>Potamarius nelsoni</i> en México (Fuente: Miller et al., 2005)	78
Figura 8.13	Funcionamiento del embalse Chicoasén en el periodo 1999-2011 .....	112
Figura 8.14	Funcionamiento del embalse Malpaso en el periodo 1999-2011 .....	112

## 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS

### 8.1. CARTOGRAFÍA

#### 8.1.1. Imágenes de satélite

##### REQUEST DESCRIPTION

Característica	Descripción
Request name:	QuickBird sensor
Archivo:	Chiapas_qb_ib_1d2. Tif ( Chiapas_qb_ib_2d2.tif
Product:	QuickBird Ntural Color 8 Bit
Spatial Reference:	WGS 1984 UTM Zone 15N
Resolution:	0,60 meters
Number of tiles:	2
Apply cutline:	YES
Format:	GeoTIFF 1.0
No. de columnas y filas:	25 229, 18669

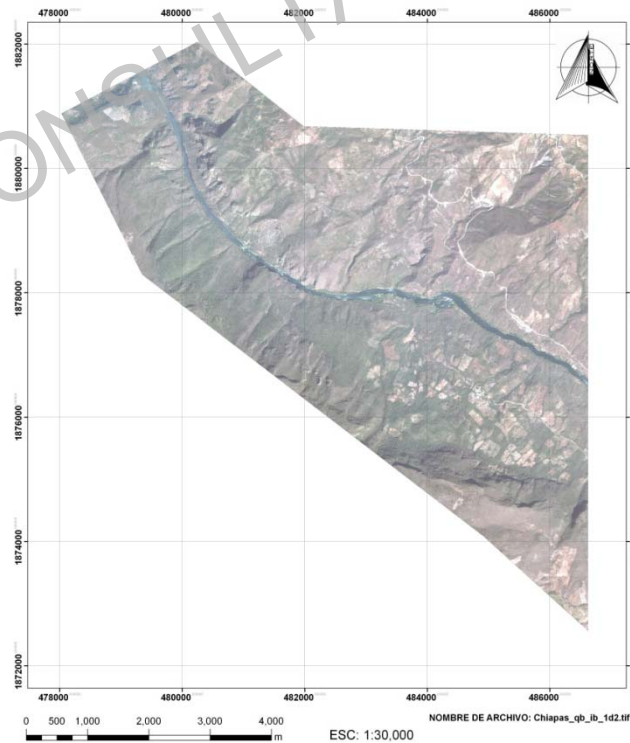


Figura 8.1 Imagen de satélite QuickBird 1 de 2

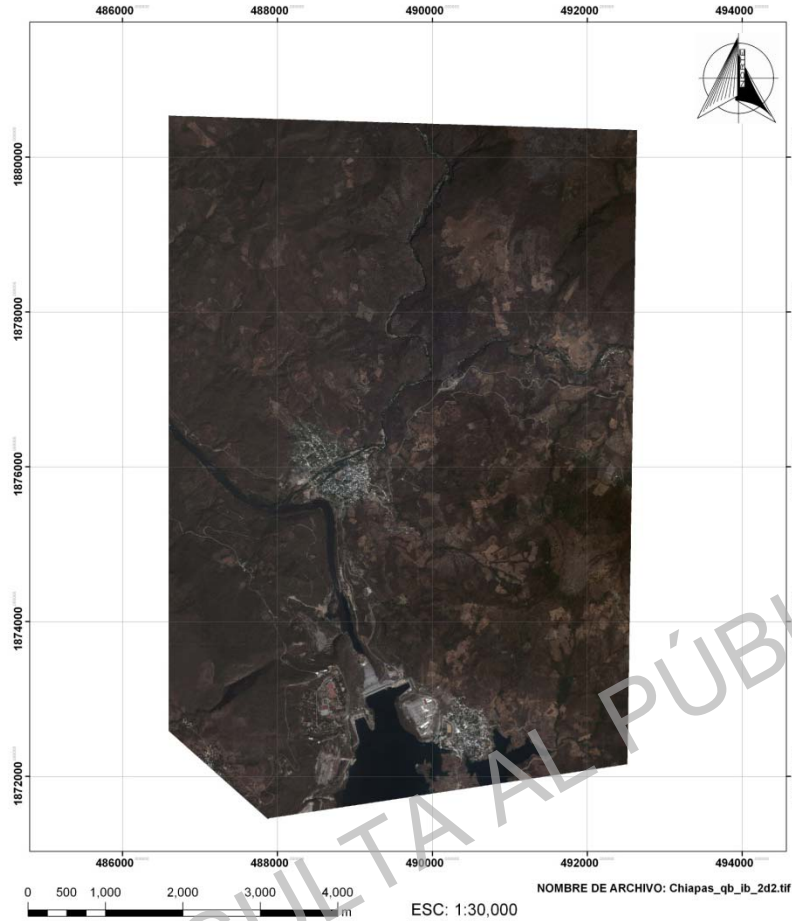


Figura 8.2 Imagen de satélite QuickBird 2 de 2

**8.1.2. Listado de planos**

A continuación se presenta el listado de los planos localizables en la parte final de este capítulo en el ANEXO 1.

NOMBRE	NÚMERO	SUBÍNDICE
ESQUEMA GENERAL DE OBRAS	2.1	HOJA 1 DE 2
ESQUEMA GENERAL DE OBRAS	2.1	HOJA 2 DE 2
TIPOS DE CLIMA EN EL SAR	4.2.1.1	
GEOLOGÍA REGIONAL	4.2.1.2	
GEOLOGÍA EN ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA	4.2.1.2	B
TIPOS DE SUELO REGIONAL	4.2.1.3	
EDAFOLOGÍA EN LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA	4.2.1.2	H
HIDROLOGÍA REGIONAL	4.2.1.4	
HIDROLOGÍA DEL SAR	4.2.1.4	B
TIPOS DE VEGETACIÓN DEL SAR	4.2.2.1	
VEGETACIÓN EN ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA	4.2.2.1	C
SITIOS DE MUESTREO DE FAUNA TERRESTRE	4.2.2.2	



NOMBRE	NÚMERO	SUBÍNDICE
SITIOS DE MUESTREO DE ESPECIES DE REPTILES	4.2.2.2	A1.2
SITIOS DE MUESTREO DE ESPECIES DE MAMÍFEROS	4.2.2.2	A.1.2
TENENCIA DE LA TIERRA DEL SAR	4.2.3.1	
TENENCIA DE LA TIERRA EN ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA	4.2.3.1	B

**8.2. FOTOGRAFÍAS**

**8.2.1. Procesos constructivos en presas**

Las siguientes fotografías se muestran como un ejemplo de los procesos constructivos de la Presa Reguladora Amata, en el estado de Sinaloa, de dimensiones similares al P.H. Chicoasén II



Obra de contención



Obra de desvío



Cimbrado en la obra de contención



Obra de desvío



Planta de concreto



Zona de carga de combustible

### 8.2.2. Flora en el Sistema Ambiental Regional



*Agave grijalvensis*



*Tillandsia chiapensis*



*Lcania arborea*



*Alsobia sp*



*Pachycereus pecten*



*Zamia sp*



*Mammillaria sp*



*Epiphyllum crenatum*



*Ceratozamia becerrae*



*Chamaedorea glaucifolia*



*Juniperus gamboana*



*Astronium graveolens*



*Juniperus gamboana*



*Sideroxylon capiri*



*Anthurium faustomirandae*



*Taxodium mucronatum*



*Zamia sp*

### 8.2.3. Fauna terrestre del Sistema Ambiental Regional



*Sceloporus carinatus*



*Ctenosauria acanthura*



*Leptodeira annulata*



*Imantodes cenchoa*



*Trimorphodon biscutatus*



*Salvadora lemniscata*



*Arremonops rufivirgatus*



*Dendroica petechia*



*Bulbucus ibis*



*Zenaida asiática*



*Momotus mexicanus*



*Coragyps atratus*



*Icterus gularis*



*Icterus pustulatus*



*Setophaga ruticila*



*Actitis macularia*



*Turdus grayi*



*Momotus mexicanus*



*Egretta thula*



*Thryotorus pleurostictus*





*Nasua narica*



*Tlacuatzins canescens*



*Liomys pictus*



*Peromiscus mexicanus*

**8.2.4. Fauna acuática**



*Astyanax aeneus*



*Brycon guatemalensis*



*Ictalurus meridionalis*



*Profundulus labialis*



*Atherinella alvarezi*



*Poecilia mexicana*



*Poeciliopsis fasciata*



*Poeciliopsis hnlickai*



*Poeciliopsis pleurospilus*



*Thorichthys helleri*



*Oreochromis niloticus*



*Parachromis managuensis*



*Procambarus mirandai*



*Potamocarcinus hartmanni*



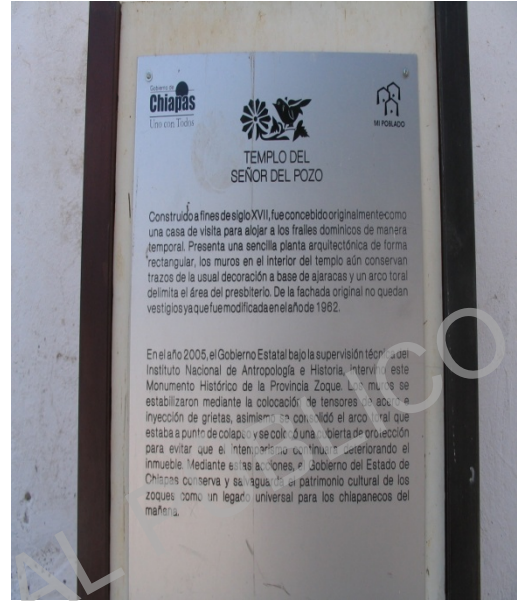
*Potamocarcinus magnus*

## 8.2.5. Aspectos socioeconómicos

### 8.2.5.1. Patrimonio cultural



Iglesia del Señor del Pocito, parte fundamental de las tradiciones en Chicoasén



Descripción de la historia y arquitectura de la Iglesia “Templo Señor del Pozo



Iglesia actual de Chicoasén, donde se realizan los actos religiosos del Pueblo



Cartel en el Parque Central de Chicoasén donde se muestra una descripción del Pueblo

### 8.2.5.2. Comercio, turismo y recreación



El río Chicoasén, espacio recreativo a donde acude la población de la zona a comer y nadar



Palapas en el río Chicoasén



Embarcadero en Chiapa de Corzo para el recorrido por el Cañón del Sumidero



Paseos en lancha en el embalse de la presa Chicoasén



Tienda de abarrotes y tendajón en Chicoasén



### 8.2.5.3. Actividades productivas



Producción pesquera



Pescador del ejido Chicoasén



Pescador de Copainalá



Diferentes especies capturadas en el río Grijalva



Crianza y engorda de puercos



Infraestructura en granja porcícola particular cercana al sitio de boquilla

#### 8.2.5.4. Infraestructura



Calle principal de La cabecera municipal de Chicoasén



Presidencia Municipal de Chicoasén



Agencia Ejidal de Chicoasén



### 8.2.5.5. Servicios



En la parte izquierda de la foto, se observa el agua que viene de la toma que le llaman “agua limpia” del manantial conocido por ellos como Tsitsai o Muxcuy



Manantiales de donde obtienen el agua para el abastecimiento de la localidad El Zapote. Fotos tomadas en el camino en terracería. Se puede observar las tuberías

### 8.2.5.6. Talleres en las comunidades



Talleres comunitarios en la localidad de Santa Ana, Chicoasén, para la realización de un Diagnóstico Social.



Mapa comunitario de mujeres



Mapa comunitario de hombres



Entrevistas sobre la vida cotidiana en localidades del municipio de Chicoasén, Chis

8.2.5.7. Información socioeconómica

A. LOCALIDADES DEL SAR CHICOASÉN II

Municipio	Clave de localidad	Nombre de la localidad	Población Total
COPAINALÁ	018	La Nueva	643
	034	El Ciprés	315
	035	San José Motején	137
	057	San Nicolás	13
	058	San José el Lodo	12
	061	San José el Mojón	5
	083	El Ciprés Abajo (Tres Picos)	48
	085	La Concepción	55
	096	Nuevo Progreso	69
	130	San Francisco	8
	149	Santa Gertrudis	2
	150	Santa María Buenavista	18
	156	La Sombra	8
	185	Montes Sinaí	7
	186	Nuevo Vergel	138
205	Vista Hermosa	55	
CHICOASÉN	001	Chicoasén	3 343
	004	Cacahuano	88
	006	Guayabillal	64
	008	Monte Grande	115
	015	La Represa	154
	021	Santo Domingo	11
	023	Vistahermosa	61
	043	CM 31-E Juy Juy	267
OSUMACINTA	001	Osumacinta	2 023
	022	El Carrizal	50
	023	La Sombra	29
SAN FERNANDO	101	El Carmelo	730
TOTAL DE POBLACIÓN			8 468

Tabla 8.1 Localidades del Sistema Ambiental Regional – Chicoasén II

## B. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOCALIDADES PARA LOS ASPECTOS SOCIOECONÓMICO

Para seleccionar las localidades que tendrán una influencia en el ámbito socioeconómico tanto directa como indirectamente en el proyecto se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

### Zona de influencia directa

- 1) Las localidades o núcleos agrarios (únicamente aquellos que tengan voz y voto en la asamblea: ejidatarios poseedores y vecindados) y, propietarios de terrenos que sean afectados por estudios técnicos, obras y embalse (tierra, bienes distintos a la tierra y recursos naturales).
- 2) Las localidades y/o habitantes, los cuales se vean afectados en cualquiera de las actividades productivas y económicas que realizan (pesca, agricultura, ganadería, comercio, recreación, entre otros).
- 3) Las localidades que se encuentran más cercanas a las vías de comunicación (carreteras) que serán utilizadas como acceso a los sitios del proyecto (obras, campamentos, oficinas, almacenes, tiraderos, bancos de material, etc.), que se vean modificadas de alguna manera en su cotidianidad y estilo de vida de los habitantes (mayor flujo vehicular y tránsito de personas, ruido por detonación de explosivos en caso de la explotación de bancos de material, etc.).
- 4) Aquellas localidades que por actividades y/o negociaciones relacionadas con los proyectos se modifique la dinámica social (estructuras sociales y relaciones entre grupos, como conflictos entre grupos o sectores locales) y problemáticas sociales originadas por el aumento del poder adquisitivo tales como alcoholismo, enfermedades, inseguridad, etc.).

### Zona de influencia indirecta

- 1) Localidades cercanas o cabeceras municipales que concentran servicios básicos urbanos (administrativos, vivienda, agua potable, energía eléctrica, drenaje y alcantarillado educación, salud); en las cuales crecerá la demanda de productos (alimentos y otros); y renta de servicios (transporte público, telecomunicaciones, servicios particulares como los bancarios, médicos, entre otros). Y con ello se altere la cotidianidad y modo de vida de manera temporal (aumento vehicular por paso de trabajadores, incremento de la población y, se pudieran generar también amplias expectativas de empleo durante la realización de los estudios y posteriormente con el desarrollo de la obra, lo cual podría ocasionar conflictos entre comunidades por la competencia laboral.

## C. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR SEXO EN ÁREA DE INFLUENCIA DEL P.H. CHICOASÉN II

Distribución de población por sexo en localidades de impacto directo				
Municipio	Localidad	Población Total	Hombres	Mujeres
Chicoasén	Chicoasén (C.M.)	3343	1656	1687
	Santo Domingo	11	6	5
	El Juy Juy	267	138	129

Distribución de población por sexo en localidades de impacto directo				
Municipio	Localidad	Población Total	Hombres	Mujeres
	La Represa	154	76	78
	Monte Grande	115	58	57
	Vistahermosa	61	29	32
<b>Total</b>		<b>3 951</b>	<b>1 963</b>	<b>1 988</b>
Distribución de población y edad en localidades de impacto indirecto				
Municipio	Localidad	Población Total	Hombres	Mujeres
Osumacinta	Osumacinta (C.M.)	2023	1018	1005
San Fernando	San Fernando (C.M.)	9651	4825	4826
<b>Total</b>		<b>11674</b>	<b>5843</b>	<b>5831</b>

FUENTE: CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2010. INEGI

**D. TASA DE CRECIMIENTO POR LOCALIDAD INTERCENSAL DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA**

Tasa de crecimiento por localidad intercensal de influencia directa

Localidad	1970	1980	T.C 20-80	1990	T.C 80-90	1995	T.C 90-95	2000	T.C 95-2000	2005	T.C 00-05	2010	T.C 05-10
Chicoasén	820	3 802	16.57%	2 520	-4.20%	2 629	0.58%	2 787	1.17%	3 346	3.72%	3 343	-0.01%
Santo Domingo	41	23	-5.61%	21	-0.90%	24	1.34%	17	-6.66%	12	-6.72%	11	-1.72%
El Juy Juy	N/E	N/E		N/E		N/E		252		413		267	
Vistahermosa	38	21	-5.75%	60	11.06%	44	-3.05%	47	1.32%	45	-0.86%	61	6.27%
La Represa	19	43	8.51%	46	0.67%	81	11.98%	96	3.45%	136	7.21%	154	2.51%
Monte grande	72	30	-8.33%	92	11.85%	98	0.63%	101	2.63%	115	2.63%	115	0%

Tasa de crecimiento por localidad intercensal de influencia indirecta

Osumacinta	627	1 967	12.11%	1 520	-2.54%	1 646	1.60%	1 661	0.09%	1 810	1.73%	2 023	2.25%
San Fernando	3719	924	-12.99%	6 787	1.60%	7 628	1.17%	8 325	1.76%	9 581	2.85%	9 651	0.14%

E. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA E INACTIVA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL P.H CHICOASÉN II.

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA E INACTIVA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA						
Localidad	PEA	PEA (hombres)	PEA (Mujeres)	PEA Inactiva	PEA Ocupada	PEA desocupada
Chicoasén	117	930	187	1 361	1 026	91
Monte grande	37	35	2	54	37	0
La Represa	47	42	5	61	45	2
Santo Domingo	4	2	2	4	4	0
Vistahermosa	20	15	5	25	20	0
El Juy Juy	71	69	2	99	70	1
<b>Total</b>	<b>296</b>	<b>1 093</b>	<b>203</b>	<b>1 064</b>	<b>1202</b>	<b>94</b>

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA E INACTIVA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA						
Localidad	PEA	PEA (hombres)	PEA (Mujeres)	PEA Inactiva	PEA Ocupada	PEA desocupada
Osumacinta	714	579	135	761	667	47
San Fernando	3557	2822	735	3606	3434	123
<b>Total</b>	<b>4271</b>	<b>3401</b>	<b>870</b>	<b>4367</b>	<b>4101</b>	<b>170</b>

F. POBLACIÓN DE HABLA INDÍGENA EN LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL P.H CHICOASÉN II

Habla de lengua Indígena en zona de influencia directa					
Municipio	Clave de localidad	Localidad	Población de 5 años y más		% de hablantes de lengua indígena
			Total	hablantes de lengua indígena	
Chicoasén	001	Chicoasén (C.M.)	2979	12	0,40
	008	Monte Grande	108	4	3,70
	015	La Represa	142	77	54,22
	021	Santo Domingo	11	1	9,10
	023	Vistahermosa	56	0	0
	043	El Juy Juy	231	6	2,60
		Total		3527	100

G. ORGANIZACIONES GUBERNAMENTALES Y NO GUBERNAMENTALES PRESENTES EN EL SAR CHICOASÉN II

INSTITUCIÓN	PROYECTO	Chicoasén	Vista-Hermosa	El Zapote	Monte Grande	Santo Domingo	Santa Ana	Osumacinta	San Fernando
Organizaciones gubernamentales y no gubernamentales presentes en el SAR.	Donación de árboles maderables y asesoría para plantación						X		
H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez (Dirección de Turismo), Secretaría de Economía	Reactivación de ruta turística Zoque (Programa Regional "Orgullosas Raíces").	X						X	X
CONAFOR	Reconversión de cultivos y plantaciones forestales.	X							X
SAGARPA	PROGAN Y PROCAMPO	X	X		X	X	X	X	X
SEPESCA	Pescadores del Boquerón S.S.S Jaulas Flotantes	X							X

H. ORGANIZACIONES SOCIALES Y ONGs EN EL ESTADO DE CHIAPAS.



[Alianza Cívica Chiapas](#)

Colectivo de Promoción de los Derechos Civiles y Desarrollo Social -

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. Su misión es informar a la sociedad civil a través de técnicas audiovisuales, escritas, foros, talleres, pláticas en diversos temas... <http://www.alianchis.org.mx>



CAPISE - [Centro de Análisis Político e Investigaciones Sociales y Económicas](#)

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

Desarrolla el trabajo de investigación y análisis en los territorios indígenas de Chiapas, centrados en los derechos colectivos de los pueblos indígenas, particularmente el derecho y defensa del territorio, el derecho a la justicia, el derecho a la identidad cultural y los derechos políticos. <http://www.capise.org.mx/>



CDHFBC, A.C. - [Centro de Derechos Humanos Fray Bartolomé de Las Casas](http://www.frayba.org.mx)

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

El Centro de Derechos Humanos Fray Bartolomé de Las Casas es una organización civil que tiene como objetivos la promoción y la defensa de los derechos humanos, dando preferencia a las víctimas se encuentran marginadas por su pobreza. <http://www.frayba.org.mx>



[Centro de Investigación y Acción de la Mujer Latinoamericana](http://ciamchiapas.blogspot.com)

CIAM, a.c. -

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

"Soñamos con un mundo en el cual mujeres y hombres vivamos con respeto y armonía entre nosotr@s y la naturaleza, donde la distribución de los recursos sea justa para tod@s y las autonomías sean valoradas." <http://ciamchiapas.blogspot.com>



[Centro de Investigaciones Económicas y Políticas de Acción Comunitaria](http://www.ciepac.org)

CIEPAC -

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

Es una organización civil que acompaña a los procesos sociales de Chiapas, México, Mesoamérica y a las luchas globales que buscan la construcción de un mundo más democrático, con justicia y dignidad para todos los pueblos. El trabajo principal de CIEPAC se centra en la investigación, información, educación, formación, capacitación y el análisis. <http://www.ciepac.org>



[Colectivos de Apoyo, Solidaridad y Acción](http://www.chiapaspeacehouse.org)

CASA -

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

La Casa de la Paz en Chiapas es un centro para la educación y el trabajo solidario establecido en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. Buscamos promover la justicia social y el desarrollo sostenible en México y los Estados Unidos, y transmitir la concienciación sobre temas como la globalización corporativa o los derechos humanos a través de experiencias reales. <http://www.chiapaspeacehouse.org>





### [Comisión de Apoyo a la Unidad y Reconciliación Comunitaria](#)

CORECO -

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

Somos una organización de la sociedad civil, fundada el 8 de julio de 1996 en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. Desde nuestro inicio, orientamos nuestra acción a colaborar con personas, comunidades y organizaciones sociales y civiles en la resolución de sus conflictos. <http://coreco.org.mx/>



### [Desarrollo Económico Social de los Mexicanos Indígenas, A.C.](#)

DESMI -

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

DESMI es una Asociación Civil fundada en 1969 para acompañar y fortalecer el proceso de grupos organizados de campesinas y campesinos e indígenas del estado de Chiapas, desde una práctica de Economía Solidaria con valores de justicia y equidad, pluralidad y diálogo y respeto a la naturaleza. <http://desmiac.laneta.apc.org/>



### [FORO para el Desarrollo Sustentable, A.C.](#)

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

FORO es una organización de la sociedad civil comprometida con el desarrollo de los campesinos/as e indígenas chiapanecos y el manejo sustentable de sus recursos naturales. FORO promueve prácticas agroecológicas, uso de tecnologías sustentables, acceso a mercados para la producción campesina e indígena, participación social, equidad de género. <http://forods.laneta.apc.org/>



### [Por una sociedad justa, en armonía con la naturaleza](#)

Maderas del Pueblo del Sureste, A.C. -

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

Maderas del Pueblo es un organismo no gubernamental, ecologista, que apoya a las comunidades indígenas y campesinas, contribuyendo a su desarrollo integral sustentable, socialmente justo y equitativo, en armonía con

la naturaleza, impulsando el fortalecimiento técnico y jurídico-social de dichas comunidades. <http://www.maderasdelpueblo.org.mx>

## SIPaz

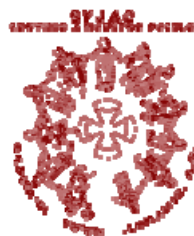
### [Servicio Internacional para la Paz](#)



San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

SIPAZ es un programa de observación internacional nacido en 1995, después del levantamiento zapatista en el 1994, para monitorear el conflicto de Chiapas, México. Hoy en día, SIPAZ apoya la búsqueda de soluciones pacíficas y la construcción de una cultura de paz, diálogo y tolerancia entre actores en Chiapas...

[http://www.sipaz.org/fini\\_esp.htm](http://www.sipaz.org/fini_esp.htm)



### [Skolta'el Yu'um Jlumaltic, A.C. - Servicio a nuestro pueblo](#)

SYJAC -

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

Es una organización de la Sociedad Civil, legalmente constituida que favorece y crea puente entre las necesidades de las comunidades y grupos organizados con personas, organizaciones e instituciones nacionales e internacionales sensibles y con deseos de apoyar estas necesidades. Su MISIÓN es acompañar, fortalecer y difundir los derechos económicos, sociales, culturales, ambientales e indígenas a través de la generación de procesos integrales en las comunidades, grupos e instituciones. <http://www.syjac.org.mx>



### [Trabajamos por un mundo mejor para tod@s](#)

Madre Tierra México A.C. - San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

Creemos que la formación y capacitación de recursos humanos es el trabajo más importante para el autodesarrollo comunitario. Porque si una organización, comunidad o colectivo no esta preparado para construir y dirigir su desarrollo, continuarán siendo objeto de desarrollo o de estudio de otras organizaciones, principalmente de instituciones oficiales de desarrollo, que tienen intereses diferentes, por lo tanto los beneficios de los proyectos no serán para ell@s, si no mas bien para quienes lo diseñan y financian.

<http://www.madretierrainternational.org/mexico>



Otros Mundos, A.C. de Chiapas es una organización civil mexicana legalmente constituida y sin fines de lucro

**MISION:** Aportar en la búsqueda de alternativas a la crisis social, económica, política y medioambiental que atravesamos en el actual sistema de dominación capitalista.

**VISION:** En Otros Mundos, A.C. de Chiapas queremos construir un mundo donde quepan todos los mundos justos, diversos, incluyentes, y donde las posibilidades de acceso al desarrollo, la justicia y la paz con respeto a los derechos humanos y perspectiva de género sea posible para todos y todas.



[Tierra Verde Naturaleza y Cultura A.C.](#)

ONG de Medio Ambiente en Chiapas (México)

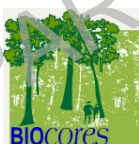
Somos una organización que cree en la posibilidad de la sustentabilidad desde el punto de vista de una relación “ser humano- naturaleza”, benéfica para ambas partes. Nuestra forma de actuar es conocer y difundir los conocimientos y saberes ambientales de la gente de diversos pueblos y culturas para la conservación de los recursos naturales.



[Nichim Jolovil, A.C.](#)

ONG de Asuntos sociales en Chiapas (México)

La Asociación se forma con el objeto de promover la participación organizada de la población y comunidades, en acciones que mejoren sus condiciones de subsistencia a través de la capacitación para el trabajo de hombres y mujeres indígenas y el fomento de actividades económicas, derechos humanos, educativos y culturales.



Biocores. Biodiversidad: Conservación y Restauración, A.C.

Es una organización mexicana sin fines de lucro dedicada a promover en la sociedad una cultura ambiental que considere el uso racional de los recursos, la conservación de ecosistemas y la recuperación de hábitats degradados para su futuro aprovechamiento.



**PRONATURA SUR.** Pronatura se estableció en Chiapas en 1989 como capítulo de Pronatura A.C. (considerada una de las organizaciones no lucrativas más importantes en México, debido a su impacto e influencia con los tomadores de decisiones y su capacidad para construir redes de cooperación entre organizaciones sociales, centros de investigación, organizaciones gubernamentales y civiles, a nivel local y nacional.). Enfoca sus actividades a las siguientes prioridades:

- Regiones que por su importancia biológica requieren de un esfuerzo de conservación.
- Regiones donde no existe una presencia institucional de

---

organizaciones con una misión similar a la de Pronatura.

- Regiones donde la presión de uso de los recursos naturales significa un riesgo para la conservación de la biodiversidad.
  - Regiones donde la colaboración de Pronatura Sur puede significar un avance en las estrategias de conservación.
- 

[Grupo Ecológico del Bachillerato Joaquín Miguel Gutiérrez A.C.](#)

ONG de Medio Ambiente en Chiapas (México)

El Grupo Ecológico del Bachillerato Joaquín Miguel Gutiérrez dentro de sus actividades principales tiene el compromiso de generar en los jóvenes de educación básica, media, y superior una actitud diferente ante la problemática ambiental, concienciando a los niños y jóvenes, trabajando en educación formal y no formal dentro de las instituciones públicas y privadas de nuestro estado. Creación en el año de 1992.

PARA CONSULTA AL PÚBLICO

I. COMPOSICIÓN DE LA CANASTA ALIMENTARIA RURAL

Grupo	Nombre	Consumo (grxdía)	Precio x kg/L	Energía (Kcal)
	<b>TOTAL</b>	<b>1354.3</b>		<b>2215.9</b>
Maíz	Maíz en grano	70.2	3.5	229.0
	Tortilla de maíz	217.9	9.2	486.9
Trigo	Pasta para sopa	7.8	21.3	29.1
	Galletas dulces	3.1	33.4	14.7
	Pan blanco	11.2	21.5	33.0
	Pan de dulce	18.0	27.7	74.7
Arroz	Arroz en grano	14.0	14.6	50.3
Carne de res y ternera	Bistec: aguayón, cuete, paloma, pierna	18.5	61.4	20.7
	Cocido o retazo con hueso	14.8	42.5	26.0
	Molida	13.6	53.9	21.9
Carne de pollo	Pierna, muslo y pechuga con hueso	27.9	35.4	56.8
	Pollo entero o en piezas	32.5	34.0	45.6
Pescados frescos	Pescado entero	6.3	29.4	3.6
Leche	De vaca, pasteurizada, entera, light	119.0	11.1	71.7
	Leche bronca	37.0	6.0	23.3
Quesos	Fresco	5.0	50.7	14.4
Huevos	De gallina	29.6	22.2	49.4
Aceites	Aceite vegetal	17.6	21.8	155.3
Tubérculos crudos o frescos	Papa	32.7	9.3	21.1
Verduras y legumbres frescas	Cebolla	39.4	14.7	14.0
	Chile*	10.5	23.9	2.1
	Jitomate	67.1	14.7	7.9
Leguminosas	Frijol	63.7	14.8	218.3
Frutas frescas	Limón	22.4	7.7	7.0
	Manzana y perón	25.8	15.8	11.4
	Naranja	24.8	4.2	6.8
	Plátano tabasco	32.5	7.2	19.9
Azúcar y mieles	Azúcar	20.0	10.1	76.4
Alimentos preparados para consumir en casa	Pollo rostizado	3.5	48.4	6.4
Bebidas no alcohólicas	Agua embotellada	241.8	0.9	0.0
	Refrescos de cola y de sabores	106.2	8.3	39.7
Otros	Alimentos y bebidas consumidas fuera del hogar			297.5
	Otros alimentos preparados			81.0

Precio promedio chiles jalapeño, poblano, serrano y otros chiles

## 8.3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 8.3.1. Calidad del agua

**Operaciones de campo.** Consiste en la recolección de una pequeña porción del total del volumen de agua (será una muestra representativa) y mediciones directas de ciertos parámetros. La colecta de muestras representativas de agua, constituye uno de los elementos fundamentales en la realización de un programa de vigilancia o control de la calidad a fin de obtener datos reales de las características físicas, químicas y biológicas de los cursos o cuerpos de agua. Aunque se considera una actividad sencilla, algunos criterios técnicos, como la exigencia de personal capacitado, deben de ser rigurosamente observados en el proceso de muestreo a fin de garantizar la representatividad de las muestras de agua que serán remitidas al laboratorio para su respectivo análisis. Así, la obtención de la muestra se está realizando bajo los siguientes lineamientos:

- Se recolectaron las muestras a la misma hora del día, por cada punto de muestreo previamente georeferenciado (estaciones de muestreo), para evitar la diferencia de las propiedades químicas afectadas por la hora de muestreo. La técnica de muestreo se realizó con base en lo establecido en la Norma Oficial NMX-003-SCFI-2006.
- Las muestras se obtuvieron en el centro del río, lejos de las orillas o de los bancos de arena.
- El equipo que se empleó para la toma de muestras es enjuagado varias veces con agua destilada antes de tomar la siguiente muestra.

El tiempo que transcurre desde que la muestra es tomada en el campo hasta su llegada al laboratorio puede conducir a cambios físicos-químicos y bioquímicos dentro del envase de muestreo, lo que producirá un cambio en la calidad intrínseca de la muestra de agua. Por consiguiente, es necesario preservar la muestra antes de su envío al laboratorio para prevenir o minimizar estos cambios. Las muestras de agua son procesadas o acondicionadas a nivel de campo de la siguiente forma: son extraídas manualmente y con equipo mecánico; se utilizan guantes estériles; posteriormente se deposita en un frasco y en bolsas estériles (para análisis de Coliformes Fecales y Totales); se analizan algunos parámetros *in situ*; se agrega el reactivo según lo marca la Norma para su preservación correspondiente (ver **parámetros de campo**), se etiqueta, se deposita en la hielera para enviarse al laboratorio y obtener los análisis respectivos. Por lo tanto, las muestras enviadas al laboratorio reúnen las condiciones relacionadas con el tipo de envase, preservación, transporte e identificación (Figura 8.3).

### Descripción del muestreo

Las muestras fueron recolectadas conforme a lo establecido a la Norma Mexicana NMX-AA-003-1980 que establece las condiciones para muestreo de agua, los parámetros analizados para estas muestras fueron: Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Sedimentables, Fósforo Total, Nitratos, Nitritos, Metales pesados y plaguicidas, Hidrocarburos base Diesel, Turbiedad, Dureza Total, SAAM, Coliformes fecales y totales.

Para sedimentos se tomaron 5 muestras y se determinaron metales pesados, plaguicidas e hidrocarburos base diesel en cada muestra recolectada.



a) Envasado en bolsa estéril



b) Toma de datos *in situ*



c) Preservación de la muestra



d) Etiquetado de muestra



e) Hielera para transporte al laboratorio

Figura 8.3 Muestra de agua procesada en campo para análisis en laboratorio

### Descripción de los equipos de campo

Para la determinación de los parámetros de campo se utilizó un equipo multiparámetro marca Hach HQ40d, con el cual se determinó pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto, mismos que fueron calibrados en laboratorio con estándares certificados y verificados en campo al inicio de cada muestreo. La determinación de temperatura se realizó con un termómetro marca Branam, con su respectiva verificación en el laboratorio por medio de un termómetro calibrado.

### Acondicionamiento del material para muestreo

**Fisicoquímicos:** Se emplearon garrapas de plástico de 3 litros acondicionados con detergente dextrán y agua corriente. El interior de los envases fue lavado perfectamente con detergente, posteriormente se lavaron con agua destilada y se secaron.

**Metales pesados:** Los frascos empleados para este parámetro son los de plástico de 1 litro para evitar las interferencias en las mediciones, estos se acondicionaron lavándolos con dextrán, luego se enjuagaron con agua de la llave y posteriormente con ácido nítrico al 10% y enseguida enjuagados con agua desionizada por 3 veces.

**Cromatografía:** Los frascos fueron acondicionados lavandolos con dextrán, posteriormente enjuagados con agua desionizada y finalmente con acetona o metanol.

Microbiológicos: Se emplearon bolsas estériles para evitar la contaminación.

Demanda Química de Oxígeno: Los recipientes se acondicionaron lavándolos con dextrán y agua desionizada, después se enjuagan con ácido sulfúrico al 50%.

Una vez tomada las muestras se preservaron de acuerdo a la siguiente tabla.

Analito	Preservador	Tiempo máximo de almacenamiento antes del análisis de la muestra	Tiempo máximo de almacenamiento	Tamaño de muestra sugerido	Recipiente de muestreo
Bacteriológicos	Enfriar a 4°C	6 horas	No aplica	100 mL	Plástico o vidrio resistente a la esterilización
DBO5	Enfriar a 4°C	24 horas	No aplica	1L	Plástico o vidrio
Grasas y aceite	Enfriar a 4°C, adicionar HCl 1:1 hasta pH≤2	28 días	No aplica	1L	Vidrio boca ancha
Sólidos en todas formas	Enfriar a 4°C	7 días	No aplica	500 mL	Plástico o vidrio
Nitritos	Enfriar a 4°C	24 horas	No aplica	100 mL	Plástico o vidrio
Nitratos	Enfriar a 4°C	48 horas	No aplica	500 mL	Plástico o vidrio
Fósforo Total	Enfriar a 4°C	28 días	No aplica	500 mL	Plástico o vidrio
SAAM	Enfriar a 4°C, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a pH<2	7 días	No aplica	200 mL	Plástico
Metales pesados	HNO <sub>3</sub> a pH<2	6 meses	No aplica	1L	Plástico
DQO	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a pH<2	28 días	No aplica	100 mL	Plástico o vidrio
Hidrocarburos base diesel	Enfriar a 4°C	7 días	40 días	1 L	Vidrio ámbar
Cloruros	Enfriar a 4°C	24 horas	No aplica	200 mL	Plástico o vidrio
Dureza Total	HNO <sub>3</sub> a pH<2	6 meses	No aplica	400 mL	Vidrio/polietileno
Turbiedad	Enfriar a 4°C	24 horas	No aplica	100 mL	Vidrio/polietileno
Sulfatos	Enfriar a 4°C	7 días	No aplica	1 L	Plástico
Plaguicidas	Enfriar a 4°C		No aplica	1 L	Vidrio boca ancha y tapa de teflón

Tabla 8.2 Preservadores y tiempos máximos de retención de muestras por parámetro

Las muestras se identificaron mediante etiquetas que contenían los siguientes datos:

- a. Lugar de muestreo
- b. Origen de la muestra



- c. Fecha y hora de muestreo
- d. Número de muestra
- e. Preservador (Ejemplo: pH<2 HNO<sub>3</sub>, pH<2 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, T 4°C, etc.)

**Lista de los parámetros analizados en el sitio de muestreo y su método o norma técnica correspondiente:**

**Parámetros de campo**

- a) pH (NMX-AA-008-SCFI-2000)
- b) Temperatura (NMX-AA-007-SCFI-2001)
- c) Oxígeno disuelto (OD) (NMX-AA-012-SCFI-2001)
- d) Conductividad eléctrica (CE) (NMX-AA-093-SCFI-2000)

**Operación de laboratorio.** Consiste en el uso de equipos e instrumentos de laboratorio para la determinación de parámetros físico, químicos y bacteriológicos de la calidad del agua. Los parámetros que se están analizando en el laboratorio son:

- i) Sólidos Disueltos Totales (SDT) (NMX-AA-034-SCFI-2001)
- j) Sólidos Suspendidos Totales (NMX-AA-034-SCFI-2001)
- k) Dureza total (NMX-AA-072-SCFI-2001)
- l) Cloruros (NMX-AA-073-SCFI-2001)
- m) Coliformes totales (NMX-AA-102-SCFI-2006)
- n) Coliformes fécales (NMX-AA-102-SCFI-2006)
- ñ) Nitratos (NMX-AA-079-SCFI-2001)
- o) Nitritos (NMX-AA-099-SCFI-2006)
- p) DBO<sub>5</sub> (Demanda Bioquímica de Oxígeno al 5to día) (NMX-AA-028-SCFI-2001)
- q) DQO (Demanda Química de Oxígeno) (NMX-AA-030-SCFI-2001)
- r) Fosfatos (ortofosfatos y fósforo total) (NMX-AA-029-SCFI-2001)
- s) Sustancias Activas al Azul de Metileno (NMX-AA-039-SCFI-2001)
- o) Turbiedad (NMX-AA-038-SCFI-2001)
- p) Grasas y aceites (NMX-AA-005-1980)

### 8.3.2. Metodología flora

El estudio de flora se llevo a cabo de abril a noviembre del 2009, en donde se realizaron de 18 a 20 salidas por mes. Los sitios de muestreo se eligieron mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG), con la finalidad de muestrear el SAR uniformemente, primero abarcando todos los tipos de vegetación presentes en el área a diferentes altitudes (bosque tropical caducifolio, bosque de Quercus, bosque de coníferas: bosque de juniperus y bosque de *Pinus*, vegetación acuática (bosque de galería) y bosque tropical subcaducifolio) y las áreas mejores conservadas; y por último se verificaron los sitios de muestreo seleccionados, dependiendo de los caminos de accesos y la topografía del sitio.

Para caracterizar la vegetación y analizar su diversidad, se empleó el método descrito en Olvera-Vargas *et al.* (1996), modificada por Ramírez-Marcial (2001), quienes proponen plots circulares de 0.1 ha. Sin embargo, se hicieron adecuaciones y modificaciones a plots de 0.05 ha, aunque el área fue disminuida el número de plots aumentaron para cada uno de los tipos de vegetación o en su defecto según la extensión de las comunidades vegetales. Estas modificaciones se realizaron debido a la extensión de la vegetación y a la inclinación de los sitios de muestreo. Dentro de las parcelas se registraron individuos que presentaron un DAP  $\geq 2.5$  cm. Los datos fueron capturados y analizados el programa Microsoft Excel (2007) para Windows. Con la finalidad de analizar la estructura de las comunidades se calculó la densidad, frecuencia y área basal de las especies, con las siguientes fórmulas:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Numero de individuos de la misma especie}}{\text{Área total de muestreo}}$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Núm. de cuadrantes donde aparece la especie}}{\text{Núm. de cuadrantes}}$$

$$\text{Área basal} = 0.7854 \times \text{DAP}^2$$

Con los valores que arrojaron los análisis anteriores se obtuvo el Valor de Importancia Relativa (V.I.R.):

$$\text{VIR} = \text{densidad relativa} + \text{frecuencia relativa} + \text{área basal relativa}$$

Se utilizaron dos software estadísticos para los análisis: Species Diversity and Richness V 3.02 y Biodap (Ecological diversity and its measurement) de Magurran (1988) para Windows. Estos programas se emplearon para calcular los siguientes parámetros: riqueza de especies (S), índice de diversidad de especies de Shannon (H'), índice de diversidad de especies de Simpson (D), índice de diversidad de Fisher ( $\alpha$ ), equitatividad o uniformidad (E) para cada tipo de vegetación.

Se construyeron matrices de similitud basadas en el índice Jaccard para realizar una prueba de análisis que evalúa las diferencias o similitudes en la composición de especies entre sitios por presencia o ausencia (Clarke y Warwick 1994). Este análisis se realizó utilizando MVSP V 3.13r de Kovach Computing Services para Windows.

La caracterización fisonómica y la estructura física vertical de las áreas de muestreo se llevó a cabo utilizando el método de Kùchler (1949) (tomado de Granados y Tapia, 1990). Puesto que este método fue diseñado para ecosistemas templados, se realizaron algunas modificaciones en cuanto a las características de las hojas y tallos para su posible aplicación en bosques tropicales.

Para cada ejemplar se colectaron cuatro duplicados. Las plantas colectadas, fueron procesadas utilizando los protocolos propuestos por Lot y Chiang (1987). La determinación taxonómica se realizó con las referencias de las siguientes obras: Flora de Guatemala, Árboles y Arbustos de México, Flora de Veracruz, Flora Mesoamericana, y Flora de Chiapas. Para familias, géneros y especies difíciles de identificar se contó con la ayuda y colaboración de especialistas. La información de las colectas ha sido capturada y analizada en una base de datos en el programa Microsoft ACCESS (2007). Para la identificación de los tipos de vegetación se ha utilizado la nomenclatura y clasificación de los tipos de vegetación propuesta por Rzedowski, (1978) y posteriormente INEGI, 2000.

### **8.3.3. Metodología fauna terrestre**

La caracterización de toda la fauna terrestre (ver abajo para cada grupo de fauna), se realizó mediante la consulta de bibliografía publicada para la cuenca media del río Grijalva y región fisiográfica de la depresión central, a la cual pertenece el PH Chicoasén II, con lo cual se elaboró el inventario faunístico de cada grupo. También se realizó trabajo de campo, el cual se llevó a cabo en los diez sitios de muestreo descritos anteriormente. Por cada sitio se realizaron de cuatro visitas durante los meses de abril a diciembre de 2009. Las estaciones de muestreo se eligieron de acuerdo a las unidades de paisaje delimitadas mediante un sistema de Información Geográfica (SIG) para la presente manifestación de impacto ambiental, con la finalidad de muestrear el SAR lo más uniformemente posible. A continuación se describen la metodología empleada para el trabajo de campo de cada grupo de fauna terrestre. Entendiéndose como fauna terrestre al grupo de anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

#### **8.3.3.1. Anfibios y reptiles**

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica y listado de especies de anfibios y reptiles que potencialmente pueden estar presentes en el SAR del PH Chicoasén II. Para esto, se consultó literatura especializada (artículos científicos), así como tesis e informes técnicos. De igual forma, se realizó una revisión en bases de datos de museos y colecciones. Una vez teniendo esta información, se construyó la lista de especies potenciales que pueden presentarse en el PH Chicoasén II. Esta lista de especies, se toma como línea base para poder estimar cuanta riqueza de anfibios y reptiles puede albergar la zona del PH Chicoasén II.

#### **8.3.3.2. Trabajo de campo anfibios y reptiles.**

Se realizaron recorridos de extensión variable y tiempo fijo, utilizando la técnica de registro de encuentros visuales. Estos recorridos consistieron en realizar caminatas por veredas buscando en los lugares potenciales donde se podrían encontrar estos organismos, tales como: en hojarasca, bajo rocas, bajo troncos y dentro de ellos, sobre ramas de árboles y entre ellas, registrando las especies de anfibios y reptiles observadas y capturadas (Bruce 1986). La extensión de cada recorrido fue variable en las distintas unidades de muestreo (de 1000 a 2000 m) y el tiempo fue de ocho horas diarias divididas de la siguiente manera: tres horas en la mañana, tres en la tarde y dos en la noche.

La técnica de captura fue con las manos o con la ayuda de ligas, cañas de pescar, para el caso de lagartijas. En el caso de las serpientes se empleó un gancho herpetológico. Además para las especies de anfibios, se realizaron muestreos de sitios de reproducción y cuantificación de larvas. Los organismos se capturaron para su determinación taxonómica al nivel de especie y después se liberaron (en el lugar donde fueron capturados). Cada registro de captura y/o colecta, se georreferenció mediante un GPS. Cuando no fue posible la determinación de los organismos en el campo (por tratarse de grupos taxonómicos difíciles), éstos fueron colectados, siendo tres ejemplares por especie (permiso: SGPA/DGVS08440/09). De las especies que aparecen en la norma oficial NOM-059-SEMARNAT-2001, sólo se tomaron fotografías.

Para el sacrificio de los organismos se siguió las técnicas recomendadas por Pisani-Villa (1974) y la fijación de los organismos fue con formol al 10%. La preservación de los especímenes fue en alcohol al 70%. Los especímenes colectados se depositaron en la Colección Herpetológica de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

### 8.3.3.3. Aves: Trabajo de campo.

Se utilizó el método de conteo por puntos que es el principal método de monitoreo de aves terrestres en un gran número de países debido a su eficacia en todo tipo de terrenos y hábitats, y a la utilidad de los datos obtenidos. Éste método suele ser el más apropiado en la mayoría de los casos y ha sido adoptado como método estándar de monitoreo (Ralph, et al. 1995). Permite estudiar los cambios anuales en las poblaciones de aves en puntos fijos, las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat, y los patrones de abundancia de cada especie.

La ruta de los puntos de conteo cubrió todos los tipos de hábitat de interés. Los puntos de la ruta se situaron de forma sistemática en lugar de aleatoria. La distancia mínima entre puntos de conteo fue de 200 m. Las aves contadas en puntos anteriores se evitó contarse más de dos veces. El desarrollo de la técnica es que el observador debe acceder al punto de conteo causando el mínimo de perturbación a las aves y debe comenzar a contar tan pronto como llegue al punto. El periodo de censado debe ser de 5 min si el tiempo de desplazamiento entre puntos es inferior a 15 min, y de 10 min si el tiempo de desplazamiento supera los 15 min. Si el censo es meramente de inventario y se efectúa en sólo unos pocos puntos, 10 min por punto serán apropiados.

El registro directo de los datos consistió en apuntar las aves detectadas directamente sobre la hoja de datos, así como: Fecha (día, mes y año); Número de visita (las efectuadas a lo largo del año); Hora del día; Nombre del observador; Número del punto de conteo; Nombre de la especie en el orden en fueron detectadas; Sustrato en el que se le observó a la especie; Actividad; Tipo de vegetación y observaciones generales.

Las observaciones se realizaron con binoculares (8 x 40 m.), registros auditivos y colectas de organismos por medio de redes de niebla (12 x 2.1 m).

Las especies se identificaron con la ayuda de las guías de aves de Howell & Webb (1995), Peterson & Chalif (1998), National Geographic (2000), Allen, Sibley.D. (2006), Ted Floyd. 2008. La nomenclatura taxonómica se apega a la más reciente revisión de la American Ornithologists. Union (AOU 1998).

El estatus de conservación se determinó por medio de los listado de la IUCN, así mismo, cada una de las especies de la zona se clasificó de acuerdo con las categorías propuestas por Howell & Webb (1995): AP Aprovechable; RR Reproductor residente; RV Residente de verano; VI Visitante de invierno; CR Colonia de cría (principalmente utilizado para las aves acuáticas), o una presunción de residencia en un registro de cría ampliamente interpolado gama (principalmente

aves terrestres), o un disjuntas, presunta o probada población reproductora; M Migrante; MT Migrante transitorio; ? Estatus incierto; E Endémica y E\* Endémica de Chiapas y Guatemala.

El hábitat se estableció en función del mayor número de veces que se les observó perchando, anidando, buscando o ingiriendo alimentos, desarrollando actividades precopulatorias o copulatorias en ese hábitat.

### Redes de captura

Las redes de captura (también conocidas como redes de niebla) ha sido el método utilizado para la recolección de aves durante años y recientemente se han convertido en efectivas herramientas para el monitoreo de poblaciones. El uso de redes es, el método idóneo para obtener información sobre la demografía de la población (Baillie et al. 1986). La estandarización de la operación se ha extraído del programa «Monitoring Avian Productivity and Survivorship» (MAPS) (DeSante 1992a). Los datos obtenidos proporcionan un índice del tamaño y los cambios de la **población adulta** en cada estación; la proporción de jóvenes en las capturas permitirá medir la **productividad** de la población; y la recuperación de aves capturadas de año en año proporcionará una precisa estimación de la **sobrevivencia** y **reclutamiento** de adultos. Con estos datos se puede obtener información acerca de las causas de los descensos poblacionales en aves terrestres y sugerir posibles soluciones.

La colocación de las redes se realizó por medio de dos personas. Las redes se situaron lo más separadas posible con el fin de cubrir el máximo número de territorios. Sin embargo, es importante que las redes se encontraran suficientemente concentradas como para que no se tarde más de 10 ó 15 min en recorrerlas si no hay capturas.

Se utilizaron redes de niebla, que se abrían en dos periodos durante el día, al amanecer de 6:00 a 11:00 hrs y durante la tarde de 15:00 a 19:00 hrs. Al coleccionar los organismos se procedió a determinarlos y anotar sus características morfométricas (peso corporal, longitud total, sexo, estado de muda y conducta reproductiva).

#### 8.3.3.4. Mamíferos: Trabajo de campo

Para la obtención de los datos de mamíferos en la zona de estudio, se muestrearon puntos en función de las unidades del paisaje. En los puntos muestreados, se realizaron conteos para mamíferos pequeños (roedores), mamíferos medianos (ardillas, armadillos, mapaches, tlacuaches, etc.), para mamíferos grandes (canidos y cérvidos) y para mamíferos voladores (murciélagos). En el muestreo de mamíferos se colocaron, 20 trampas Sherman plegables de 8 x 9 x 23 cm para mamíferos pequeños (ratones y musarañas) y seis trampas havahart, estas fueron colocadas en transectos lineales de longitud variable con una distancia regular de 20 metros entre cada trampa, se colocaron dentro de la vegetación, en cultivos, en madrigueras y lugares rocosos, a partir de las 16:00 horas y se revisaron en la mañana del día siguiente. Las trampas se cebaron con una mezcla de avena, esencia de vainilla, crema de maní y frutos. (Gaviño *et al.*, 1985). Para el registro y captura de los mamíferos medianos se utilizaron tres trampas de alambre Tomahawk, colocándolas en senderos, madrigueras, cerca de cuerpos de agua o donde se registraron huellas y fueron cebadas con sardina. Para complementar los trampeos, también se realizaron recorridos diurnos (7:00-9:00 y 16:00-18:00) y nocturnos (19:00- 00:00 horas), los recorridos se efectuaron a lo largo de trayectos de dirección y extensión variable, para observación directa de los organismos. Los muestreos indirectos consistieron en registros de huellas y otros rastros (excretas, restos óseos, pelos, madrigueras, montículos, sonidos)

Para la captura de murciélagos se utilizaron cuatro redes de niebla de 12 x 2 m, se colocaron en claros, entre la vegetación, en caminos, cerca o sobre cuerpos de agua y cercanos a posibles refugios. Las redes permanecieron abiertas durante 5 horas, a partir de las 19:00 horas (tiempo en que comienza a oscurecer) hasta las 00:00 horas, ya que son estas las horas de mayor actividad de estos organismos y fueron revisadas cada media hora o una hora, dependiendo de la actividad de los murciélagos. Los muestreos fueron realizados cuatro veces por sitios en las unidades de paisajes.

Todos los registros de especies de mamíferos se incluyeron en las hojas de registro de campo considerando la localidad exacta (por medio del GPS), fecha de registro, comunidad vegetal, tipo de registro (visual, auditivo, rastro, captura). Los ejemplares capturados en campo fueron identificados y liberados. Para la identificación de los mamíferos se utilizaron las claves de Medellín *et. al.*, (1997) para los murciélagos, Reid (1997) para los roedores, Aranda (2000) para la identificación de huellas y otros rastros, también fue de utilidad el libro de Ceballos y Oliva (2005). La determinación de las especies endémicas se basó en los listados de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) adicionalmente, se consultó el trabajo de Guerrero y Cervantes (2003). Respecto a la determinación del Régimen de Protección se utilizó la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), las especies incluidas en los listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) se basaron en el trabajo de Lorenzo *et al.* (2008). De igual forma, se utilizaron los listados publicados por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en el 2005.

La información que se obtuvo se pasó a una base de datos en Excel, la cual presenta los siguientes campos: número de colector, orden, familia, género, especie, subespecie, sexo, condición reproductiva, edad, día, mes, año, municipio, localidad específica, coordenadas, altitud, vegetación, colector, número colector, preparador, número preparador, longitud total, longitud cola, longitud pata, longitud oreja, peso, antebrazo, naturaleza del ejemplar y observaciones de cada una de las especies que se registraron. todas las especies que integran la comunidad, son igualmente abundantes. Cabe mencionar que debido a las diferentes técnicas de muestreo que demandan el estudio de los mamíferos y los valores de abundancia que se generan con cada uno de ellos, el índice fue aplicado en función de dichas técnicas. Así se obtuvo un valor de diversidad para murciélagos (redes de niebla), mamíferos pequeños (trampas tipo Sherman y Havahart) y mamíferos medianos y grandes (rastros y huellas); el valor obtenido para cada grupo fue promediado con el fin de tener un valor aproximado de la diversidad mastozoológica de cada sitio de muestreo. Los valores de diversidad fueron generados para cada punto de muestreo de cada unidad de paisaje, considerando zona de influencia directa y Sistema Ambiental Regional, para obtener una mayor claridad respecto a la situación que guardan los mamíferos en el área del Proyecto Hidroeléctrico Chicoasén II. Cabe hacer notar que la separación entre la zona del SAR y de Zona de Influencia directa, está referida con la idea de ponderar las especies que eventualmente pudieran verse afectadas con la construcción de la presa; así mismo, detectar si su presencia se da en la zona aledaña a la de impacto, lo que condujera a tener una idea más clara del grado de impacto de la realización del PH Chicoasén II en los mamíferos.



Figura 8.4 Mamíferos. Redes de niebla y trampeo.



Figura 8.5 conteos a través de transectos: Aves y reptiles

### 8.3.3.5. Análisis de datos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos)

#### ***Riqueza y composición taxonómica.***

Se llevó a cabo un análisis cualitativo de cada uno de los grupos taxonómicos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) al nivel de subordenes, familias, géneros y especies, obteniendo que porcentaje representa del total registrado. Esto proporcionó la riqueza taxonómica de cada grupo y como está representada en cada unidad de muestreo de la zona de influencia directa y del SAR.

#### ***Determinación de las especies que se encuentran en alguna categoría de conservación.***

Se documentó que especies de la fauna terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se encuentran en alguna categoría de protección nacional, de acuerdo a las NOM-059-SEMARNAT-

2001 (DOF 2008). Así también se documentó que especies de fauna terrestre encontradas en el SAR y en la zona de influencia directa se encuentran enlistadas en alguna categoría de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN), con base en la lista roja de la UICN (UICN 2010).

### **Riqueza y diversidad de especies**

Se obtuvo la riqueza de especies (S) definida como el número de especies dentro de cada unidad muestral y por hábitat (tipo de vegetación). También se calculó la diversidad de especies, que considera la abundancia de individuos de cada especie empleando el Índice de Shannon-Wiener (H'). Este índice se utilizó debido a que es sensible a las especies raras por considerar la abundancia proporcional de individuos de cada especie (Magurran 1988).

### **Composición taxonómica y distribución de especies**

Se realizó un análisis de la composición de especies de cada grupo taxonómico (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) por unidad de muestreo de la zona de influencia directa y del SAR así como por tipo de vegetación. Se analizó como están distribuidas las especies (presencia/ausencia) en las distintas unidades de muestreo de la zona de influencia directa y del SAR.

### **Abundancia, dominancia y similitud.**

Se realizó un análisis de abundancia de las especies, expresada como el número de individuos registrados de cada especie por cada visita, en cada una de las unidades de muestreo de la zona de influencia directa y del SAR. Se llevó a cabo un análisis de dominancia, expresado como el índice de valor de importancia relativo, que toma en cuenta la abundancia relativa y la ocurrencia de cada una de las especies en la zona de influencia directa y en el SAR, esto para conocer si alguna de las especies que están enlistadas en alguna categoría de conservación presenta un valor de dominancia importante dentro de todo el SAR. Finalmente se hizo un análisis de agrupamiento, aplicando el estimador de Sorensen y el método de agrupamiento UPGMA entre todas las unidades de muestreo de la zona de influencia directa y del SAR, para conocer la similitud entre las comunidades de vertebrados terrestres en las diferentes unidades de muestreo.

#### **8.3.4. Metodología fauna acuática**

Se seleccionaron un total de nueve sitios de muestreo (Figura 8.6Figura 8.1), estos se georreferenciaron por medio de un geoposicionador (Magellan Blazer 12); los puntos quedaron distribuidos de la siguiente manera (Tabla 8.2).

Sitios	Localidad	Estación	Latitud UTM	Longitud UTM	Altitud
I-G	Río Grijalva	La Poza, a 700 m de la cortina de Chicoasén	1 873 974,546	488 702,068	200
II-G	Río Grijalva	A 1.6 km de la cortina de Chicoasén	1 882 863,414	477 945,856	198
III-G	Río Bombaná	Puente Chicoasén	1 875 541,955	488 141,017	205
IV-G	Río Grijalva	A 2 km río abajo de la estación climatológica de CFE	1 877 264,518	485 273,594	197
V-G	Río Grijalva	Arroyo seco	1 878 003,282	483 529,478	194
VI-G	Río Grijalva	Proyecto	1 877 881,115	482 612,702	186



Sitios	Localidad	Estación	Latitud UTM	Longitud UTM	Altitud
VII-G	Río Zacalapa (Copainalá)	El Vado Tres Picos	1 885 628,144	478 687,771	315
VIII-G	Río Grijalva	Tres Picos	1 882 863,414	477 945,856	182
IX-G	Río Grijalva	Cerro Blanco	1 881 731.73	473 450.779	173

Tabla 8.3 Localidades de muestreo en el SAR PH Chicoasén II. Se destaca el sitio de impacto por el desarrollo de la obra

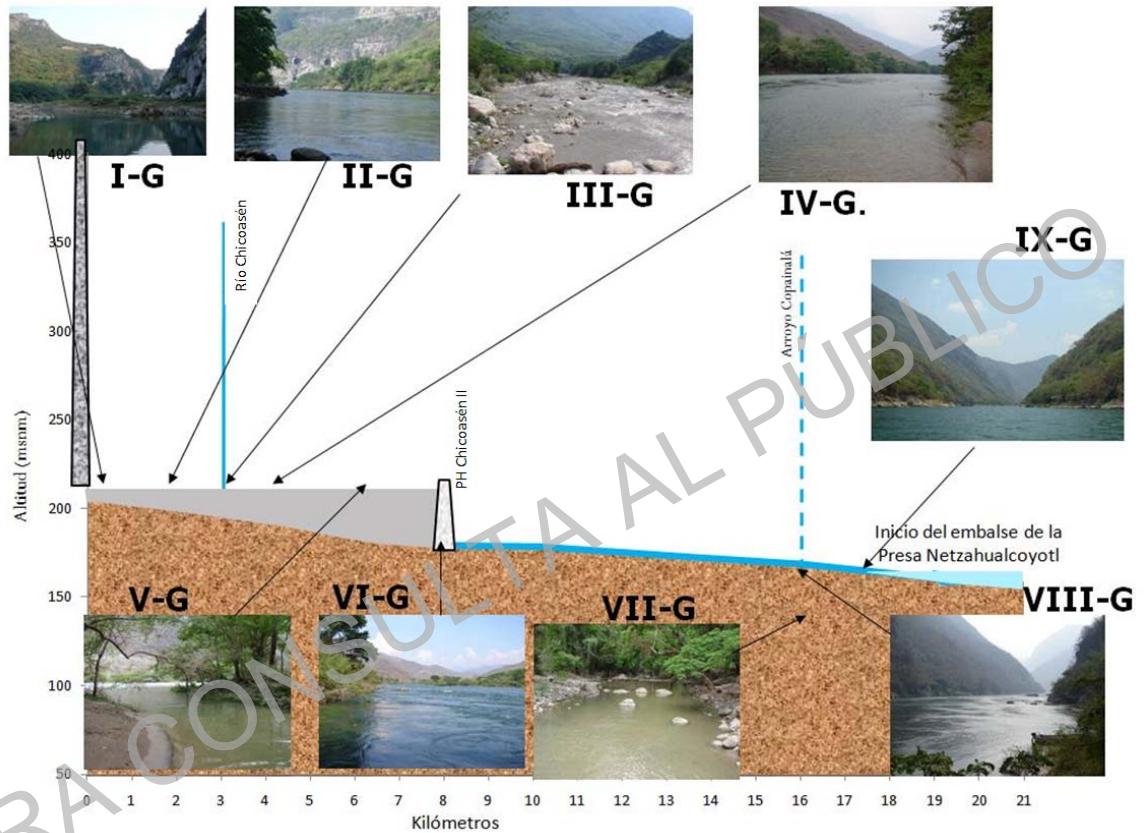


Figura 8.6 Perfil altitudinal del río Grijalva-Copainalá, mostrando las estaciones de muestreo

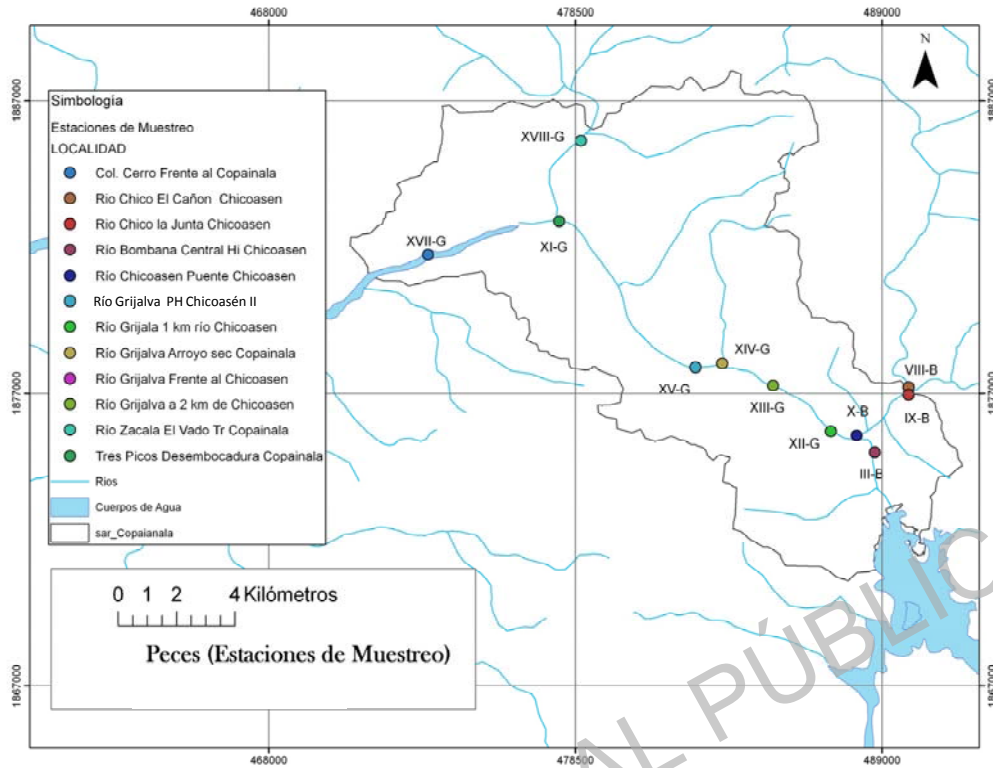


Figura 8.7 Localización de las estaciones de muestreo de peces en el SAR

Se realizaron cuatro campañas de muestreo en el área del PH Chicoasén II. Para caracterizar la composición íctica se emplearon diversas artes de pesca (chinchorro, atarraya, red de cuchara, red agallera, anzuelos, etc.). Para determinar la estructura de las comunidades la recolecta de organismos se realizó mediante una red tipo chinchorro (3 m de largo, 2 m de alto y 5 mm de luz de malla), manteniendo un esfuerzo constante de 30 minutos por cada sitio de muestreo, una atarraya (6 m de diámetro y 1/2 puigada de luz de malla) realizando un esfuerzo de 10 lances por sitio y una red agallera mantenida durante una hora en cada estación de muestreo (Figura 8.8).



Captura de organismos con red tipo chinchorro



Captura de organismos con atarraya



Captura de organismos con red agallera

Figura 8.8 Técnicas empleadas en el muestreo de peces

Las muestras obtenidas se preservaron en una solución de formol al 10 % y se transportaron en frascos de polietileno. Cada muestra se etiquetó con los datos básicos de campo. En cada estación de muestreo se tomaron los datos de los parámetros ambientales (oxígeno disuelto, pH, conductividad, sólidos disueltos totales, temperatura, profundidad y transparencia) empleando un equipo multiparámetro portátil YSI 85 y el disco de Secchi.

### Trabajo de laboratorio

Los peces recolectados se trasladaron al Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNICACH, donde se lavaron, se tomaron los datos morfométricos de cada organismo recolectado (longitud patrón y peso); posteriormente se colocaron en frascos de polietileno, con alcohol al 75% y se re etiquetaron para depositarlos en la Colección Ictiológica del Museo de Zoología (MZUNICACH). La identificación taxonómica se llevó a cabo a través de claves como Álvarez del Villar (1970) y Miller et al. (2005), además de literatura reciente de algunos grupos taxonómicos particulares.

El arreglo taxonómico de las especies sigue a Nelson (2006) para el nivel de orden y familia y las modificaciones se deben a estudios filogenéticos recientes. La ortografía y reconocimiento de autor y año siguen a la última revisión en línea del catálogo de Eschmeyer (1998).

En el caso de los crustáceos, la identificación taxonómica se llevó a cabo a través de claves y descripciones como las de Álvarez y Villalobos (1998), Rodríguez (1982) y Villalobos (1955), además de literatura reciente de algunos grupos taxonómicos particulares.

## 8.4. RESULTADOS DE TRABAJOS DE CAMPO

### 8.4.1. Listado de especies leñosas de plantas registradas en el área de estudio SAR

BJ=Bosque de Juniperus, BPQ=Bosque de Pinus-Quercus, BQ=Bosque de Quercus, SBC=Selva Baja Caducifolia, SMS=Selva Mediana Subcaducifolia y VG=Vegetación de Galería.

Espece	BJ	BQ	BQP	SBC	SMS	VG	Total
<b>Acanthaceae</b>							
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.				3		5	8
<i>Comocladia guatemalensis</i> Donn. Sm.	45						45
<i>Mangifera indica</i> L.						8	8
<i>Pistacia mexicana</i> Kunth	12						12
<i>Rhus schiedeana</i> Schltld.	17				1		18
<i>Rhus terebinthifolia</i> Schltld. & Cham.	4						4
<i>Spondias mombin</i> L.					2		2
<i>Spondias purpurea</i> L.				4		2	6
<b>Annonaceae</b>							
<i>Annona diversifolia</i> Saff.				1			1
<i>Annona</i> sp.				1			1
<i>Oxandra maya</i> Miranda				1			1
<i>Sapranthus campechianus</i> (Kunth) Standl.					1		1
<i>Sapranthus microcarpus</i> (Donn. Sm.) R.E. Fr.				3			3
<b>Apocynaceae</b>							
<i>Plumeria rubra</i> L.				8	3		11
<i>Stemmadenia pubescens</i> Benth.				267		24	291
<i>Tabernaemontana alba</i> Mill.				6			6
<i>Thevetia ovata</i> (Cav.) A. DC.				3		3	6
<b>Araliaceae</b>							
<i>Dendropanax</i> sp1.	1						1
<b>Asclepiadaceae</b>							
<i>Marsdenia</i> sp.					2		2
<i>Matelea velutina</i> (Schltld.) Woodson	1						1
<b>Asteraceae</b>							
<i>Perymenium grande</i> Hemsl.	5						5
<i>Senecio deppeanus</i> Hemsl.	5						5
<i>Stevia lucida</i> Lag.	2						2
<i>Verbesina crocata</i> (Cav.) Less.				33	1		34
<i>Verbesina hypoglauca</i> Sch. Bip. ex Klatt				19			19
<i>Verbesina perymenioides</i> Sch. Bip. ex Klatt	1						1
<i>Verbesina</i> sp1.	1						1
<i>Zexmenia virgulta</i> Klatt		2					2
<b>Bignoniaceae</b>							

Especie	BJ	BQ	BQP	SBC	SMS	VG	Total
<i>Amphilophium paniculatum</i> (L.) Kunth				2			2
<i>Anemopaegma chrysanthum</i> Dugand				19			19
<i>Arrabidaea corallina</i> (Jacq.) Sandwith				5			5
<i>Arrabidaea mollissima</i> (Kunth) Bureau & K. Schum.				2			2
<i>Bignoniaceae</i> sp1.				4			4
<i>Cydista</i> sp.						9	9
<i>Godmania aesculifolia</i> (Kunth) Standl.				8		1	9
<i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A.H. Gentry				1	15		16
<i>Tabebuia chrysantha</i> G. Nicholson						2	2
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) A. DC.				7		6	13
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	37	2		9		11	59
<i>Xylophragma seemannianum</i> (Kuntze) Sandwith				28	24	9	61
<b>Bombacaceae</b>							
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.				28	1	10	39
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.				2		16	18
<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand	3			1	4		8
<b>Boraginaceae</b>							
<i>Bourreria andrieuxii</i> (DC.) Hemsl.				14			14
<i>Bourreria oxyphylla</i> Standl.				1			1
<i>Cordia dentata</i> Poir.				108		8	116
<i>Cordia</i> sp.1						3	3
<b>Burseraceae</b>							
<i>Bursera bipinnata</i> (DC.) Engl.	4	1					5
<i>Bursera diversifolia</i> Rose				17		3	20
<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.	1			11		26	38
<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.				36			36
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	2			143	8	110	263
<b>Cactaceae</b>							
<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck				3			3
<i>Nopalea</i> sp.						2	2
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson) Britton & Rose				99		4	103
<i>Pilosocereus leucocephalus</i> (Poselger) Byles & G.D. Rowley				20			20
<i>Selenicereus</i> sp.				2			2
<i>Weberocereus glaber</i> (Eichlam) G.D. Rowley				3		1	4
<b>Capparaceae</b>							
<i>Capparis admirabilis</i> Standl.				6			6
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.				23		2	25
<i>Capparis incana</i> Kunth				37		3	40
<i>Capparis lundellii</i> Standl.				1			1
<i>Capparis pittieri</i> Standl.				9		2	11

Especie	BJ	BQ	BQP	SBC	SMS	VG	Total
<i>Capparis pringlei</i> Briq.				8			8
<i>Capparis</i> sp.				3			3
<i>Crateva palmeri</i> Rose				6		6	12
<b>Caricaceae</b>							
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.				35		8	43
<b>Celastraceae</b>							
<i>Crossopetalum tonduzii</i> (Loes.) Lundell	1						1
<i>Schaefferia frutescens</i> Jacq.	4						4
<i>Xylosma chlorantha</i> Donn. Sm.	5						5
<b>Cochlospermaceae</b>							
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.		1		111		12	124
<b>Combretaceae</b>							
<i>Bucida buceras</i> L.				17		6	23
<b>Cupressaceae</b>							
<i>Juniperus gamboana</i> Martínez	100						100
<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.						1	1
<b>Erythroxylaceae</b>							
<i>Erythroxylum brevipes</i> DC.				214			214
<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.				35		1	36
<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan				1			1
<b>Euphorbiaceae</b>							
<i>Acalypha</i> sp.				5			5
<i>Acalypha villosa</i> Jacq.				2			2
<i>Adelia barbinervis</i> Schldt. & Cham.				16			16
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst.				75	2		77
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	4						4
<i>Croton chichenensis</i> Lundell				14			14
<i>Croton guatemalensis</i> Lotsy					2		2
<i>Croton</i> sp.1				1			1
<i>Croton</i> sp.2						1	1
<i>Euphorbia ariensis</i> Kunth				2			2
<i>Euphorbia leucocephala</i> Lotsy				7			7
<i>Euphorbia scabrella</i> Boiss.				1			1
<i>Euphorbiaceae</i> sp1.				6			6
<i>Jatropha curcas</i> L.						1	1
<i>Jatropha alamanii</i> Müll. Arg.				2			2
<b>Fabaceae</b>							
<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.				29			29
<i>Acacia collinsii</i> Saff.	12	2	6	8		1	29
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	9	3		31			43
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.				10		14	24
<i>Acacia pennatula</i> (Schldt. & Cham.) Benth.	2	7	4	7		1	21

Especie	BJ	BQ	BQP	SBC	SMS	VG	Total
<i>Acacia sp1.</i>				9			9
<i>Acacia sp2.</i>				7			7
<i>Acacia sp3.</i>				2			2
<i>Acacia sp4.</i>				10			10
<i>Bauhinia cookii</i> Rose				124			124
<i>Bauhinia divaricata</i> L.				88			88
<i>Bauhinia goldmanii</i> Rose				37		3	40
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.				114		13	127
<i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl.			4				4
<i>Dalbergia glabra</i> (Mill.) Standl.						1	1
<i>Dalbergia monetaria</i> L.f.				3		1	4
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.						7	7
<i>Erythrina americana</i> Mill.		2		7			9
<i>Fabaceae sp1.</i>				3			3
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.				101		29	130
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	1			14		16	31
<i>Indigofera thibaudiana</i> DC.		2				3	5
<i>Inga vera</i> Willd.				8			8
<i>Leucaena diversifolia</i> (Schltdl.) Benth.	2			15			17
<i>Leucaena glauca</i> Benth.	3		2	13			18
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit				98		53	151
<i>Lonchocarpus acuminatus</i> (Schltdl.) M. Sousa				3			3
<i>Lonchocarpus atropurpureus</i> Benth.				4			4
<i>Lonchocarpus caudatus</i> Pittier				30			30
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth						1	1
<i>Lonchocarpus lanceolatus</i> Benth.				10		1	11
<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.					1		1
<i>Lonchocarpus sp.</i>				3			3
<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	10						10
<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.				5		21	26
<i>Machaerium acuminatum</i> Kunth				18			18
<i>Machaerium salvadorensis</i> (Donn. Sm.) Rudd					1		1
<i>Mimosa hondurana</i> Britton				8			8
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.				16		10	26
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.				31		12	43
<i>Pithecellobium hymenaeifolium</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.				12		6	18
<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn. Sm.				2			2
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl				3		11	14
<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby				54		7	61
<i>Senna didymobotrya</i> (Fresen) H.S. Irwin & Barneby	5	1					6
<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S. Irwin & Barneby						2	2
<i>Zapoteca portoricensis</i> (Jacq.) H.M. Hern.	28						28

Especie	BJ	BQ	BQP	SBC	SMS	VG	Total
<b>Fagaceae</b>							
<i>Quercus acutifolia</i> Née		12	66				78
<i>Quercus benthamii</i> A. DC.			8				8
<i>Quercus rugosa</i> Née		378	90				468
<b>Flacourtiaceae</b>							
<i>Casearia corymbosa</i> Kunth				45	2		47
<i>Neopringlea integrifolia</i> (Hemsl.) S. Watson				3			3
<i>Xylosma chlorantha</i> Donn. Sm.	2						2
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.				1			1
<b>Hernandiaceae</b>							
<i>Gyrocarpus mocinoi</i> Espejo				30			30
<b>Hippocrateaceae</b>							
<i>Hippocratea celastroides</i> Kunth				2		12	14
<i>Hippocratea volubilis</i> L.				12			12
<i>Salacia belizensis</i> Standl.					1		1
<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega				5			5
<b>Lauraceae</b>							
<i>Licaria caudata</i> (Lundell) Kosterm.				12	5		17
<b>Lythraceae</b>							
<i>Ginora nudiflora</i> Hemsl.						2	2
<b>Malpighiaceae</b>							
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth		10	4				14
<i>Malpighia emarginata</i> DC.				2			2
<i>Malpighia glabra</i> L.				1			1
<b>Malvaceae</b>							
<i>Robinsonella breviflora</i> Fryxell				69			69
<i>Robinsonella pilosissima</i> Fryxell				1			1
<b>Meliaceae</b>							
<i>Cedrela odorata</i> L.				3			3
<i>Cedrela salvadorensis</i> Standl.				4			4
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.						1	1
<i>Swietenia macrophylla</i> King	1						1
<i>Trichilia hirta</i> L.				31		3	34
<b>Menispermaceae</b>							
<i>Hyperbaena mexicana</i> Miers					1		1
<b>Moraceae</b>							
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.					149		149
<i>Cecropia peltata</i> L.						1	1
<i>Ficus cookii</i> Standl.	3			6	1	3	13
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth				1	3	6	10
<i>Ficus glabrata</i> Kunth						4	4
<i>Ficus petiolaris</i> Kunth				2			2



Especie	BJ	BQ	BQP	SBC	SMS	VG	Total
<b>Myrsinaceae</b>							
<i>Ardisia escallonioides</i> Schlttdl. & Cham.		7			6		13
<b>Myrtaceae</b>							
<i>Calyptanthes chiapensis</i> Lundell					1		1
<i>Eugenia aff. xalapensis</i> (Kunth) DC.					34		34
<i>Eugenia breedlovei</i> Barrie	4						4
<i>Eugenia savannarum</i> Standl. & Steyerm.	3				2		5
<i>Eugenia</i> sp1.					5		5
<i>Eugenia</i> sp2.				3			3
<i>Psidium guajava</i> L.						2	2
<b>Nyctaginaceae</b>							
<i>Nyctaginaceae</i> sp1.				4			4
<i>Pisonia aculeata</i> L.				8		1	9
<i>Pisonia macranthocarpa</i> (Donn. Sm.) Donn. Sm.				8		22	30
<i>Pisonia macrocarpa</i> Miranda vel aff.				3			3
<b>Olacaceae</b>							
<i>Ximenea americana</i> L.				12			12
<b>Oleaceae</b>							
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.		1					1
<b>Onagraceae</b>							
<i>Hauya elegans</i> DC.	1			2			3
<b>Pinaceae</b>							
<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schlttdl.			92				92
<b>Piperaceae</b>							
<i>Piper auritum</i> Kunth						1	1
<i>Piper pseudolindennii</i> C. DC.					3		3
<b>Polygonaceae</b>							
<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.				1			1
<i>Gymnopodium antigonoides</i> var. <i>antigonoides</i>				194		32	226
<b>Rhamnaceae</b>							
<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.				9		5	14
<i>Rhamnus</i> sp.				38		21	59
<b>Rubiaceae</b>							
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.				11			11
<i>Chiococca sessilifolia</i> Miranda	83						83
<i>Exostema caribaeum</i> (Jacq.) Roem. & Schult.				271			271
<i>Guettarda combsii</i> Urb.	1			4			5
<i>Guettarda subcapitata</i> C.M. Taylor		1		4			5
<i>Hamelia patens</i> Jacq.				1			1
<i>Palicourea macrantha</i> Loes	1						1
<i>Psychotria aff. hoffmannsggiana</i> (Willd.) ex Raun					1		1

Especie	BJ	BQ	BQP	SBC	SMS	VG	Total
<i>Psychotria horizontalis</i> Sw.				1			1
<i>Psychotria</i> sp.				1			1
<i>Randia aculeata</i> L.				17		9	26
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.				8		18	26
<i>Randia laetevirens</i> Standl.				29			29
<i>Randia thurberi</i> S. Watson				28			28
<b>Rutaceae</b>							
<i>Amyris balsamifera</i> L.					2		2
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	1						1
<b>Salicaceae</b>							
<i>Salix bonplandiana</i> Kunth						2	2
<b>Sapindaceae</b>							
<i>Allophylus psilospermus</i> Radlk.				6			6
<i>Cupania</i> sp.				3			3
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	5	1					6
<i>Heteropteris laurifolia</i> (L.) A. Juss.	1						1
<i>Matayba oppositifolia</i> (A. Rich.) Britton	17						17
<i>Serjania triquetra</i> Radlk.	3			2			5
<b>Sapotaceae</b>							
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees ex Standl.					2		2
<i>Manilkara sapota</i> (L.) Van Royen					2		2
<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni						1	1
<i>Sideroxylon capiri</i> (A. DC.) Pittier						1	1
<i>Sideroxylon laetevirens</i> (Baill.) Engl.				7			7
<i>Sideroxylon persimile</i> (Hemsl.) T.D. Penn.				15		9	24
<b>Simaroubaceae</b>							
<i>Allophylus psilospermus</i> Radlk.	1						1
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	3						3
<b>Sterculiaceae</b>							
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.				28		90	118
<b>Styracaceae</b>							
<i>Styrax argenteus</i> C. Presl	8	2					10
<b>Theophrastaceae</b>							
<i>Jacquinia macrocarpa</i> Cav.	2			9		2	13
<b>Tiliaceae</b>							
<i>Heliocarpus donellsmithi</i> Rose	2				2		4
<i>Luehea candida</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Mart.				4			4
<b>Ulmaceae</b>							
<i>Aphananthe monoica</i> (Hemsl.) J.F. Leroy					9		9
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.				4	4		8
<b>Urticaceae</b>							
<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.				13			13

Especie	BJ	BQ	BQP	SBC	SMS	VG	Total
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.					7		7
<i>Urera killipiana</i> Standl. & Steyerl.				2			2
<b>Verbenaceae</b>							
<i>Aloysia chiapensis</i> Moldenke	1						1
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br.				3		1	4
<i>Lippia umbellata</i> Cav.				36			36
<i>Petrea volubilis</i> L.				1			1
<b>Violaceae</b>							
<i>Rinorea guatemalensis</i> (S. Watson) Bartlett				1			1
<b>Vitaceae</b>							
<i>Cissus trianae</i> Planch.				2			2
<i>Sicyos sicyoides</i> Tourn. ex Medic.						1	1
<b>Zygophyllaceae</b>							
<i>Guaiacum sanctum</i> L.				19			19
<b>Total</b>	<b>470</b>	<b>435</b>	<b>276</b>	<b>3539</b>	<b>310</b>	<b>769</b>	<b>5799</b>

8.1.1. Listados de fauna terrestre

		México	Chiapas	SAR PH Chicoasén II
Anphibia (anfibios)	Anura (ranas y sapos)	231	81	20
	Caudata (salamandras)	128	25	0
	Gymnophiona (cecilias)	2	2	1
Total de Anfibios		361	108	21
Reptilia (reptiles)	Sauria (lagartijas)	388	203	29
	Serpentes (culebras)	363	117	40
	Testudines (tortugas)	47	86	3
	Crocodylia (cocodrilos)	3	3	1
Total de Reptiles		804	223	73
Total de Herpetofauna		1165	231	94

Tabla 8.4 Comparación del número de especies registradas en el SAR

Familia	Genero y especie	Estaciones de muestreo							
		CZI-1	CZI-2	CZ-3	CZI-4	CSAR-1	CSAR-2	CSAR-4	CASR-5
Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	X	X	X		X			X
	<i>Incilius valliceps</i>				X	X		X	
Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	X			X	X			
Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus pipilans</i>	X	X	X	X			X	
Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>							X	X
	<i>Lithobates vaillanti</i>				X	X		X	
Caudata Pletodontidae	<i>Bolitoglossa occidentalis</i>						X		

Tabla 8.5 Distribución y composición taxonómica de las especies de anfibios que fueron observados en el Sistema Ambiental Regional del PH Chicoasén II

Familia	Genero y especie	Estaciones de muestreo								NOM 059	End Mex	
		CZI-1	CZI-2	CZI-3	CZI-4	CSAR-1	CSAR-2	CSAR-3	CSAR-4			CSAR-6
Sauria												
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	X	X	X	X	X			X	X		
Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	X									A	
Gekkonidae	<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>	X				X				X		
	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	X	X	X	X	X				X	Pr	
	<i>Hemidactylus frenatus</i>	X	X									
Iguanidae	<i>Ctenosauria acanthura</i>	X		X							Pr	X
	<i>Ctenosauria pectinata</i>	X	X								A	X
	<i>Iguana iguana</i>		X	X							Pr	
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus carinosus</i>			X					X			
	<i>Sceloporus melanorhinus</i>									X		
	<i>Sceloporus variabilis</i>	X	X	X		X	X	X	X	X		
Polychrotidae	<i>Norops sericeus</i>	X	X	X	X	X			X	X		
	<i>Norops tropidonotus</i>						X					
Scincidae	<i>Sphenomorphus assatus</i>	X	X	X			X					
	<i>Mabuya unimarginata</i>	X	X		X				X			
Xantusiidae	<i>Lepidophyma chicoasensis</i>					X					Pr	X
Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>								X			
	<i>Aspidocelis deppii</i>	X	X	X	X	X			X	X		
Serpentes												
Boidae	<i>Boa constrictor</i>	X		X							A	
	<i>Loxocemus bicolor</i>	X									Pr	
	<i>Imantodes cenchoa</i>			X	X		X				Pr	
	<i>Salvadora lemniscata</i>	X	X	X		X					Pr	
	<i>Drymobious margaritiferus</i>					X						
	<i>Masticophis mentovarius</i>								X			

Familia	Genero y especie	Estaciones de muestreo										NOM 059	End Mex
		CZI-1	CZI-2	CZI-3	CZI-4	CSAR-1	CSAR-2	CSAR-3	CSAR-4	CSAR-6			
	<i>Coniophanes piceivittis</i>		X										
	<i>Spillotes pullatus</i>								X				
Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops goudoti</i>	X											
Crotalidae	<i>Crotalus durissus</i>				X							Pr	
Testudines Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>								X			Pr	

Tabla 8.6 Distribución y composición taxonómica de las especies de reptiles que fueron observados en el SAR del PH Chicoasén II, por estación de muestreo

ESPECIES	No. Sitios	ESPECIES	No. Sitios	ESPECIES	No. Sitios
<i>Amazilia beryllina</i>	2	<i>Egretta caerulea</i>	3	<i>Pheucticus chrysopeplus</i>	2
<i>Ammodramus savannarum</i>	1	<i>Euphonia affinis</i>	2	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	1
<i>Aratinga holochlora</i>	1	<i>Falco ruficularis</i>	1	<i>Playa cayana</i>	4
<i>Aratinga canicularis</i>	5	<i>Glaucoedon brasilianum</i>	1	<i>Piranga ludovicina</i>	1
<i>Aratinga nana</i>	2	<i>Granatellus venustus</i>	1	<i>Pitangus sulphuratus</i>	5
<i>Archilochus colubris</i>	1	<i>Helimaster longirostris</i>	2	<i>Polioptila caerulea</i>	2
<i>Ardea herodias</i>	1	<i>Icterus wagleri</i>	1	<i>Psarocolius montezuma</i>	3
<i>Ardea (Egretta, Casmerodius) alba</i>	2	<i>Icterus spurius</i>	1	<i>Quiscalus mexicanus</i>	4
<i>Basileuterus rufifrons</i>	1	<i>Icterus cucullatus</i>	1	<i>Saltator atriceps</i>	1
<i>Bubulcus ibis</i>	1	<i>Icterus pustulatus</i>	6	<i>Sayornis nigricans</i>	1
<i>Buteo jamaicensis</i>	2	<i>Icterus gularis</i>	3	<i>Thachybaptus dominicus</i>	1
<i>Buteogallus anthracinus</i>	2	<i>Icterus galbula</i>	4	<i>Tachycineta bicolor</i>	1
<i>Calocitta formosa</i>	8	<i>Lanio aurantius</i>	1	<i>Tachycineta albilinea</i>	1
<i>Campostoma imberbe</i>	1	<i>Leptotila verreauxi</i>	7	<i>Thryothorus pleurostictus</i>	9
<i>Carduelis psaltria</i>	2	<i>Leucophaeus atricilla</i>	1	<i>Tityra inquisitor</i>	1
<i>Cathartes aura</i>	5	<i>Megarynchus pitangua</i>	1	<i>Trogon collaris</i>	1
<i>Catharus ustulatus</i>	1	<i>Melanerpes pucherani</i>	1	<i>Turdus grayi</i>	5
<i>Catherpes mexicanus</i>	3	<i>Melanerpes aurifrons</i>	3	<i>Tyrannus vociferans</i>	1
<i>Megasceryle torquata</i>	4	<i>Mniotilta varia</i>	1	<i>Vermivora ruficapilla</i>	1
<i>Columbina inca</i>	6	<i>Momotus mexicanus</i>	5	<i>Vireo solitarius</i>	2
<i>Coragyps atratus</i>	8	<i>Momotus momota</i>	4	<i>Volatinia jacarina</i>	1
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	4	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	1	<i>Wilsonia pusilla</i>	1
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	1	<i>Myiarchus crinitus</i>	1	<i>Zenaida asiatica</i>	3
<i>Cyanocorax yncas</i>	2	<i>Myiodynastes maculatus</i>	1		
<i>Cyanocorax morio</i>	3	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	1		
<i>Cyananthus latirostris</i>	1	<i>Myiozetetes similis</i>	7		

<i>Dendrocincla homochroa</i>	1	<i>Nycticorax nycticorax</i>	1		
<i>Dendroica magnolia</i>	1	<i>Ortalis vetula</i>	1		
<i>Dendroica towsendi</i>	1	<i>Pandion haliaetus</i>	1		
<i>Dendroica fusca</i>	1	<i>Passerina versicolor</i>	3		
<i>Dives dives</i>	7	<i>Pelecanus occidentalis</i>	1		
<i>Dryocopus lineatus</i>	3	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	1		
<i>Egretta thula</i>	5	<i>Phalacrocorax auritus</i>	4		

Tabla 8.7 Distribución de la ocupación de sitios por las especies de aves en el Sistema Ambiental Regional PH Chicoasén II

Familia	Especie	Observada	NOM-059	Endemismo	Uso
Cupleidae	<i>Dorosoma anale</i> Meek 1904	x			Autoconsumo
	<i>Dorosoma petenense</i> (Günther 1867)	x			Comercial
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus 1758)				
Catostomidae	<i>Ictiobus meridionalis</i> (Günther 1868)				
Characidae	<i>Astyanax aeneus</i> (Günther, 1860)	x			Autoconsumo
	<i>Brycon guatemalensis</i> Regan 1908	x			Autoconsumo
Ictaluridae	<i>Ictalurus furcatus</i> (Valenciennes 1840)	x			Comercial
Ariidae	<i>Cathorops aguadulce</i> (Meek 1904)	x			Ninguno
	<i>Potamarius nelsoni</i> (Evermann & Goldsborough 1902)	x	Pr		Ninguno
Heptapteridae	<i>Rhamdia guatemalensis</i> (Günther 1864)	x	Pr		Ninguno
	<i>Rhamdia laticauda</i> (Kner 1858)	x			Ninguno
Batrachoididae	<i>Batrachoides goldmani</i> Evermann & Goldsborough 1902				
Atherinopsidae	<i>Atherinella alvarezi</i> (Diaz-Pardo 1972)	x			Ninguno
Belonidae	<i>Strongylura hubbsi</i> Collette 1974				
Hemirhamphidae	<i>Hyporhamphus mexicanus</i> Alvarez 1959				
Profundulidae	<i>Profundulus labialis</i> (Günther 1866)	x			Ninguno
	<i>Profundulus punctatus</i> (Günther 1866)				
Poeciliidae	<i>Heterandria bimaculata</i> (Heckel 1848)				
	<i>Poecilia mexicana</i> Steindachner 1863	x			Ninguno
	<i>Poecilia sphenops</i> Valenciennes, 1836				
	<i>Poeciliopsis fasciata</i> (Meek 1904)	x			Ninguno
	<i>Poeciliopsis pleurospilus</i> (Günther, 1868)	x			Ninguno
	<i>Poeciliopsis hnlickai</i> Meyer & Vogel 1981	x			Ninguno
Synbranchidae	<i>Ophisternon aenigmaticum</i> Rosen & Greenwood 1976				
Gerreidae	<i>Eugerres mexicanus</i> (Steindachner 1863)				
Sciaenidae	<i>Aplodinotus grunniens</i> Rafinesque 1819				
Cichlidae	<i>Amphilophus macracanthus</i> (Günther 1864)				
	<i>Thorichthys helleri</i> (Steindachner 1864)	x			Ninguno

Familia	Especie	Observada	NOM-059	Endemismo	Uso
	<i>Vieja hartwegi</i> (Taylor & Miller 1980)	x	Pr	G	Autoconsumo
	<i>Vieja pearsei</i> (Hubbs 1936)				
	<i>Vieja synspila</i> (Hubbs 1935)	x			Autoconsumo
	<i>Vieja regani</i> (Miller 1974)				
	<i>Parachromis managuensis</i> (Günther 1867) *	x			Comercial
	<i>Cichlasoma grammodes</i> Taylor & Miller 1980	x	Pr	G	Autoconsumo
	<i>Cichlasoma salvini</i> (Günther 1862)				
	<i>Cichlasoma trimaculatum</i> (Günther 1867)				
	<i>Orreochromis mossambicus</i> (Peters 1852)				
	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus 1758) *	x			Comercial
	<i>Petenia splendida</i> Günther 1862	x			Comercial
	<i>Tilapia zillii</i> (Gervais 1858)				

Tabla 8.8 Listado de especies estimadas dentro del SAR PH Chicoasén II

## 8.5. FICHAS DE ESPECIES REGISTRADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

### 8.5.1. Especies de flora

#### 8.5.1.1. *Tabebuia chrysantha* G. Nicholson

**Familia:** Bignoniaceae

**Descripción:** Árboles hasta 30 m de alto y 50 cm de diámetro. Hojas palmadamente 5 (-7) folioladas; folíolos ampliamente elípticos a oblongo-obovados, ápice acuminado, lepidotos en la haz y en el envés, estrellado-puberulentos al menos a lo largo de los nervios principales del envés y escasamente sobre toda la superficie. Inflorescencia estrellado-pubescente, flores amarillas; cáliz campanulado, 5-lobado, 5–13 mm de largo y 4–12 mm de ancho, estrellado-pubescente; corola tubular-infundibuliforme, 3–8 cm de largo. Cápsula linear-cilíndrica, hasta 50 cm de largo y 2 cm de ancho, escasamente estrellado-pubescente.

**Usos:** Ornamental.

**Distribución nacional, regional y local:** De México a Perú. En México en Chihuahua, Guerrero, Jalisco, Colima, Campeche, Chiapas. En la Sierra Madre de Chiapas y Depresión central de Chiapas.

**Nombre comunes:** Primavera

**Sinónimos:** *Bignonia chrysantha* Jacq.

**Estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2001:** Amenazada

### Bibliografía

Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 523 pp.

### 8.5.1.2. *Chamaedorea glaucifolia* H. Wendl.

**Familia:** Arecaceae

**Descripción:** Palma de hábito solitario, erectas hasta de 5 m de alto. Tallo de 2 a 3.5 cm de diámetro, verde prominentemente anillado, entrenudos de 25 a 35 cm de longitud. Hojas, 3 a 5 pinnadas, erectas, ascendentes, extendiéndose posteriormente; varia de 25 a 40 cm de longitud, tubular, verdes arriba especialmente hacia la base, redondeados, verdes y densamente glaucos. Frutos de 7 a 10 mm de diámetro, globosos, negros al madurar.

**Importancia:** Esta especie es endémica de distribución natural restringida, es un recurso natural que debe valorarse y ser conservado. Los antecedentes de su cultivo y distribución de forma cultivada, demuestran que es un recurso importante para el país. En la Depresión Central de Chiapas, es una de las palmas más comunes en cultivo como planta de maceta o en jardines, debido a que los campesinos de la región donde habita la especie la ofertan en las ciudades

**Usos:** Ornamental, como planta de maceta o sembrada directamente al suelo. También los tallos como materia prima para uso artesanal de cestería, en el municipio de Ocozocoautla, Chiapas

**Distribución nacional:** Estado de Chiapas, Oaxaca y Veracruz

**Distribución regional:** Depresión central, Sierra Madre y Montañas del Norte del Estado de Chiapas

**Distribución local:** 22 Km al N de Tuxtla Gutiérrez (Tuxtla Gutiérrez), Cañón del Sumidero, a 5 Km al NE del mirador La Atalaya (Tuxtla Gutiérrez), Reserva de la Biosfera El Ocote, campamento El Encajonado (Ocozocoautla-Cintalapa), Cerro Brujo (Ocozocoautla), Sierra El Caracol, 2 Km al NO del Ejido la Sombra de la Selva (Villaflores), Poblado Uno Valle de Uxpanapa (Veracruz)

**Nombres comunes:** Kiba. Zoque México-Chiapas, Camedor despeinado. Español México-Chiapas.

**Sinónimos:** *Chamaedorea crucifolia* hort, *Chamaedorea elegantissima* hort., *Chamaedorea glaucophylla* hor., *Discoma glaucifolia* (H. Wendl.) O. F, Cook

*Nunnezharia glaucifolia* (H. Wendl.) Kuntze.

**Estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2001:** En peligro de extinción

#### Bibliografía

Hodel, D. R, 1992. *Chamaedorea* Palms, the species and their cultivation. Allen Press, Lawrence, Kansas

### 8.5.1.3. *Tillandsia chiapensis* C. S. Gadner.

**Familia:** Bromeliaceae



**Descripción:** Epífitas c. 35 cm en flor, acaules. Hojas 30-35 cm; vainas 4.2-4.5 cm de ancho, castaño pálido a pardo ferrugíneas, densamente tomentoso-lepidotas, triangulares, atenuadas, involutas distalmente. Escapo ascendente a ligeramente decurvado, más corto que las hojas; brácteas más largas que los entrenudos, vaginiformes. Inflorescencia simple, raramente compuesta, subrecta, decumbente después de la antesis; espiga c. 19 cm, con 19 flores. Brácteas florales 4.4-4.6 cm, mucho más largas que los sépalos, imbricadas a casi imbricadas, divergentes a subpatentes, densamente patente a subadpreso cinéreo tomentoso-lepidotas, subcoriáceas. Flores sésiles o con pedicelos hasta 1.5 mm; sépalos 1.5-1.8 cm, inconspicuamente nervados, cartáceos a coriáceos, glabros, los 2 posteriores carinados y connatos por 0.2-0.4 cm, libres del sépalo anterior ecarinado; pétalos azul-violeta.

**Importancia:** Nd

**Usos:** Ornamental

**Distribución:** Chiapas (endémica), Ocozocuatla de Espinosa. Matorrales espinosos, selvas caducifolias a 600 m de altitud.

**Estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2001:** Amenazada.

### Bibliografía

Davidse, G., Sousa, M., Chater, A. O. (Eds.). 1994. Alismataceae a Cyperaceae en Flora Mesoamericana 6. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Missouri Botanical Garden, The Natural History Museum (London). México. Pág. 107.

Espejo-Serna, A., A. R. López-Ferrari, I. Ramírez-Morillo, B. K. Holst, H. E. Luther & W. Till. 2004. Checklist of Mexican Bromeliaceae with notes on species distribution and levels of endemism. *Selbyana* 25(1):33-86.

8.5.1.4. **Especie:** *Agave grijalvensis* B. Ullrich

**Familia:** Agavaceae

**Descripción:** Plantas grandes rosetófilas, simples, acaules, de 30 a 60 hojas, hojas de 120 a 200 cm de largo y de 12 a 16 cm de ancho, de color verde amarillentas, lanceoladas, gruesas, suculentas, flexibles, arqueadas, escábridas en el haz; espina de 3 a 5 cm, acicular, angostamente acanalada arriba, no decurrente; márgenes más o menos rectos. Flores de 4 a 5 (hasta 6) cm, color amarillo brillante; tubo de 12 a 15 mm; tépalos de 18 a 20 mm de largo y de 5 a 6 mm de ancho, desiguales, lanceolados; filamentos de 46 a 52 mm, insertados arriba de la mitad del tubo; anteras de 26 a 27 mm; ovario (20-) 30 a 40 mm. Cápsulas de 3 a 3.5 cm, obovadas u oblongas, delgadas, estipitadas, brevirrostradas; semillas de 4 mm de largo por 3 mm de ancho.

**Importancia:** Como muchas especies del género se le utiliza para la elaboración de bebidas locales, en algunas ocasiones como planta ornamental.

**Distribución nacional, regional y local:** Es una especie endémica de Chiapas, encontrándose en la región denominada Depresión Central, principalmente en las cercanías del Cañón del Sumidero y llegando a otros municipios como Osumacinta, Chicoasén, San Fernando y Chiapa de Corzo.

Datos sobre el estado de sus poblaciones (si hay información): No se han evaluado sistemáticamente las poblaciones de esta especie, pero es muy seguro que las poblaciones mejor

representadas se encuentren a lo largo del río Grijalva, en el Cañón del Sumidero, donde la compleja topografía hace imposible su extracción.

**Sinónimos:** Agave kewensis

**Nombres comunes:** Agave del Grijalva.

### **Bibliografía**

Davidse G., Sousa S. M. & O. Charter A. 1994. Flora mesoamericana. Volumen 6. Alismataceae a Cyperaceae. UNAM, Missouri Botanical Garden, The Natural History Museum. México. 543 pp.

#### **8.5.1.5. *Astronium graveolens* Jacq.**

**Familia:** Anacardiaceae

**Descripción:** Árbol de hasta 25 m con el tronco derecho, ramas ascendentes y copa densa y redondeada; la corteza externa es escamosa desprendiéndose en pedazos conchudos, de color gris parda con manchas amarillentas y blancuzcas, con abundantes lenticelas protuberantes y morenas. Hojas compuestas imparipinnadas dispuestas en espiral, de 11 a 30 cm de largo, formada por 5 a 15 folíolos opuestos o alternos, lanceolados a oblongo-lanceolados, con el margen entero a ligeramente aserrados, ápice acuminado, base asimétrica, con una mitad redondeada y la otra aguda, verde oscuro a amarillento en el haz y verde pálido en el envés, glabros o pubescentes en ambas superficies, con manchas negruzcas en la lámina, frecuentemente con agallas ovoides en el margen de las hojas; raquis glabro o pubescente, pulvinado en la base; las hojas tienen un fuerte olor a mango cuando se les estruja. Especie dioica con inflorescencias en panículas axilares de hasta 15 cm, glabras, cada inflorescencia sostenida en un principio por numerosas brácteas rosadas caedizas; flores masculinas con 5 a 7 estambres de 1 a 1.5 mm de largo, anteras oblongas, sésiles y glabras; flores femeninas con 5 estambres de 0.5 a 1 mm de largo sin polen, nectario pateliforme, lobado, glabro, situado entre los estambres y el ovario, ovario súpero de cerca de 2 mm de largo, unilocular, uniovular, ovoide, glabro; estilos 3, recurvados, cortos, terminados en un estigma papiloso. Los frutos son nuececillas de 12 a 13 mm de largo, elipsoides, con el cáliz persistente, papiráceo y acrescente hasta alcanzar el tamaño del fruto; estilos y pétalos también persistentes, mesocarpio amarillento y resinoso; contiene una semilla grande que llena todo el fruto.

**Fenología:** Los árboles florecen en la época de seca, de marzo a mayo, después de perder las hojas. Los frutos maduran de abril a junio.

**Importancia:** Su madera es utilizada localmente para construcciones.

**Distribución nacional, regional y local:** Se encuentra en la vertiente del Golfo desde el centro de Veracruz y norte de Oaxaca, al sur de la Sierra de Naolinco, hasta la península de Yucatán y en la vertiente del Pacífico desde Nayarit hasta Chiapas. En Chiapas se encuentra distribuido en la Sierra Madre de Chiapas, en parte de las Montañas del Norte y en la Depresión Central. Se tiene registro de algunas localidades como en el Cañón del Sumidero, a la orilla del río Grijalva, en el Ejido Andrés Quintana Roo en Jiquipilas, a 2 Km del ejido Rancho Bonito en Arriaga, en el ejido San Andrés La Paz, municipio de Ocosingo, en la ribera del río Grijalva en Chicoasén y Cerro Tres Picos en Copainalá.

**Datos sobre el estado** de sus poblaciones (si hay información): Es una especie catalogada dentro de la NOM-059-ECOL-2001 como Amenazada.

**Sinónimos:** *Astronium conzattii* S.F. Blake, *Astronium fraxinifolium* Schott ex Spreng., *Astronium fraxinifolium* var. *glabrum* Engl., *Astronium graveolens* var. *brasiliense* Engl., *Astronium graveolens* var. *inodorum* Triana & Planch., *Astronium graveolens* var. *planchoniana* Engl., *Astronium planchonianum* Engl., *Astronium zongolica* Reko.

**Nombres comunes:** Palo de culebra, Chaperla, Jocotillo, Usipoon, Palo de cera, Jobillo.

### **Bibliografía**

Martínez M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México. 1220 pp.

Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 523 pp.

PARA CONSULTA AL PÚBLICO

### 8.5.1.6. *Guaiacum sanctum* L.

**Familia:** Zygophyllaceae

**Descripción:** Árboles pequeños de cerca de 10 m de alto, ramas de las hojas de 0.8 a 3 mm de ancho, minuciosamente puberulentos con pelos delgados ascendentes de casi 0.2 mm de largo, llegando a ser gris pálido y glabros; estípulas de 2 a 4 mm de largo, triangulares y agudas, apiñadas, distalmente puberulentas, gruesas y persistentes. Hojas opuestas de 3 a 9 mm de largo, pinnadamente compuestas con (2-) 3 a 5 (-6) pares de folíolos, peciolo de 3 a 8 mm de largo, peciolo y ráquis hasta 5 cm de largo, puberulento o glabro, profundamente surcado por encima; láminas foliares (folíolos) de 12 a 28 (hasta 32) mm de largo, de 4 a 14 (hasta 16) mm de ancho, asimétricos y estrechamente oblongo a oblongo-obovado; venación palmada con 1 a 3 venas principales y más nervios laterales débilmente definidos, todas estas venas fuertemente ascendentes y poco conectados distalmente. Inflorescencias en fascículos de (1-) 4 a 8 flores en los nudos distales, pedúnculos (= pedicelos) de 12 a 2° mm de largo, delgados, escasamente y minuciosamente puberulentos; flores de casi 15 mm de largo y 20 mm de ancho, sépalos de 4 a 6 mm de largo y casi 3 mm de ancho, ampliamente imbricados en la yema; pétalos de 8 a 12 mm de largo y 6 a 8 mm de ancho, ampliamente obovados en la base, de color azul brillante, estambres de ceca de 6 mm de largo, anteras de 1.5 a 2 mm de largo, llegando a ser curvadas; pistilos de cerca de 10 mm de largo, con un estípite corto (2 mm), y estilo delgado de 2 a 3 mm de largo, ovario obovoide y oscuro cuando seco. Frutos de 14 a 16 mm de largo y de 12 a 18 mm de ancho, obovoide y prominentemente 2 a 5 lobado o puntiagudo, los lóbulos longitudinales de 7 a 9 mm de grueso y redondeados, carnosos cuando está maduro pero cuando se seca es duro y de color amarillo brillante; semillas elipsoides de casi 1 cm de largo, café a negro y blanco con un arilo rojo.

**Importancia:** En algunos lugares la madera se utiliza en carpintería y para la construcción. También son importantes como plantas ornamentales y se sabe además que la goma producida por su madera tiene aplicaciones farmacéuticas, las cuales no son explotadas en la región para dicho fin.

**Distribución nacional, regional y local:** La especie se distribuye del sureste de Florida y del este de México a través de las Indias occidentales y de América central hasta el norte de Sudamérica. En Chiapas se tienen colectas de la Cañada Juan Crispín y Cerro Mactumactzá en Tuxtla Gutiérrez, en las Cascadas El Chiflón en el municipio de Tzimol, en el Cerro Tres Picos, en el municipio de Copainalá y a las orillas del río Grijalva en el municipio de Chicoasén.

**Datos sobre el estado de sus poblaciones** (si hay información): Es una especie catalogada dentro de la NOM-059-ECOL-2001 bajo la categoría "En peligro de extinción".

**Sinónimos:** *Guaiacum guatemalense* Planch. ex Rydb., *Guaiacum verticale* Ortega, *Guaiacum guatemalense* Planch. ex Hemsl.

**Nombres comunes:** Guayacán, Huesito.

#### Bibliografía

Burger W. (ed.), B. Simpson B., Samora N. y Plowman T. 1991. Fieldiana, Botany No. 28. Flora Costaricensis: Krameriaceae, Oxalidaceae, Geraniaceae, Tropaeolaceae, Linaceae, Humiriaceae, Erythroxylaceae, Zygophyllaceae. Field Museum of Natural History. United States of America. 43 pp.

Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 523 pp.

### 8.5.1.7. *Sideroxylon capiri* (A. DC.) Pittier

**Familia:** Sapotaceae

**Descripción:** Árbol de 20 a 35 m, usualmente con un tronco grueso y bajo, copa grande y amplia, las ramas interiores a veces algo colgantes, la corteza gris oscura; las ramillas seríceas o glabras; peciolo usualmente muy largos y delgados, principalmente de 4-8 cm de largo, a veces más largos que las láminas, láminas de las hojas elípticas a ovado-elípticas, a veces oblongo-elípticas, de 7-12 cm de largo por 3-7 cm de ancho, ápice redondeado a subagudo, base aguda a redondeada, abruptamente contraída y estrechamente decurrente, los márgenes enrollados y unidos para formar un tubo o bolsa larga, cuando jóvenes más o menos seríceas pero glabras con la edad o más o menos así, flores de color crema, fasciculadas en los nudos defoliados, los pedicelos de 5 mm de largo o a veces más largos, seríceos o glabros, sépalos de 3 mm de largos, redondeado-ovados, seríceos, corola de 7-8 mm de largo, ligeramente pubescente o glabra, el tubo muy corto, los lóbulos elíptico-ovados, redondeados en el ápice, estaminodios diminutos, ovados, escumiformes, estambres casi igualando los lóbulos de la corola, glabros, anteras de 3.5- 4 mm de largo, ovarios seríceo, pentaculado, el estilo grueso, fruto oval u ovoide, punteado, de 3-4 cm de largo, lisa, de color marrón, la cicatriz del hilo ovada-elíptica, blanquecina.

**Importancia:** Es una especie forestal maderable, frutal, de ornato como árbol de sombra, con poblaciones no muy abundantes y también con valor cultural de orden ceremonial.

**Usos:** Árbol maderable de uso local, su madera es dura y pesada, se le usa para leña y carbón, construcción rural, enchapados, muebles, herramientas e implementos agrícolas, carrocerías, yugos y columnas; los frutos son comestibles, y en algunas regiones bastante apreciados, en la vertiente del pacífico los frutos son vendido en los mercados locales, se le tolera como árbol de sombra en terrenos incorporados al cultivo. En el centro de Chiapas se sabe que los frutos son muy apreciados por el venado cola blanca, por eso los árboles de esta especie son utilizados como cebo para la cacería del mismo. El follaje se utiliza para la preparación de ofrendas religiosas.

**Distribución:** Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México

**Distribución nacional:** Chiapas, Colima, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca,

**Distribución regional:** Depresión central, Altiplanicie Central

**Distribución local:** Carretera Tzimol a Comitán (Comitán de Domínguez), Ejido Andres Quintana Roo (Jiquipilas), Carretera P.H. Manuel Moreno Torres a Chicoasen a orillas del río Grijalva (Chicoasen).

**Nombres comunes:** Capire. Español. Guerrero y Michoacán- México, Capirí. Español. Guerrero y Michoacán- México, Tempisque: Español. México.

**Sinónimos:** *Lucuma capiri* (A. DC.) Pittier, *Mastichodendron capiri* (A. DC. Cronquist, *Mastichodendron capiri* var. *Tempisque* (Pittier) Cronquist, *Sideroxylon tempisque* Pittier.

**Estatus** según la NOM-059-SEMARNAT-2001: Amenazada

## Bibliografía

Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 523 pp.

### 8.5.2. Especies de fauna terrestre

#### 8.5.2.1. *Sphaerodactylus glaucus* Cope, 1865

**Reino:** ANIMALIA

**Phylum:** CHORDATA

**Clase:** REPTILIA

**Orden:** SQUAMATA

**Familia:** GEKKONIDAE

**Nombre científico:** *Sphaerodactylus glaucus* Cope, 1865

**Nombre común** .-Escorpion. Español.

#### Descripción de la especie

En estos geckos la cabeza es ligeramente más ancha que el cuerpo y el ojo está cubierto por una membrana transparente. Las hembras alcanzan una longitud máxima hocico-cloaca de 30 mm y los machos de 29 mm. Las extremidades son cortas y presentan lamelas en cada uno de los dedos, las uñas están dispuestas lateralmente. La cola es tan larga como el cuerpo. La cabeza y cuello están cubiertos por pequeñas escamas, tiene una espina ocular presente sobre el ojo. Las escamas dorsales son lisas e imbricadas, así como las ventrales que son más largas que las dorsales. Las escamas supracaudales son lisas, también las subcaudales, las escamas medias subcaudales son alargadas.

El patrón de coloración es muy variado, generalmente bronceado o gris, ocasionalmente rojizo con un fino collar blanco. Puede presentar manchas en la cola, nuca y extremidades.

#### Distribución Actual

**MEXICO.-** Esta especie se presenta una distribución Neotropical, en México se distribuye desde Veracruz por el Atlántico y Oaxaca por el Pacífico hacia el sur; se ha reportado para varias localidades de los estados de Chiapas, Campeche, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Álvarez del Toro, 1982; Harris y Kluge, 1984, Lee, 1996, Campbell, 1998, Flores-Villela y Geréz, 1994) (.).



### Ambiente

**Macroclima.** El clima prevaleciente a lo largo de la distribución de la especie corresponde principalmente a los tipos Aw, Af, Am, y A(c); entre los climas cálidos húmedos y subhúmedos; y en menor proporción el tipo Bs que es cálido semiárido (García, 1988).

**Habitat.** Esta especie acostumbra localizarse en lugares cálidos con diferentes condiciones. Se encuentra entre grietas, huecos, bajo la corteza de los árboles, ramas o la hojarasca en estado natural, aunque con frecuencia se le localiza en zonas urbanas trepando en las paredes de las habitaciones o en los muros de construcciones viejas (Duellman, 1965; Ramírez, 1989).

**Situación actual del hábitat con respecto a las necesidades de la especie.** Las condiciones del hábitat son variadas, en estado silvestre la especie ocupa hábitats en áreas bien conservadas como son algunas reservas de Campeche y Chiapas. Por otro lado también es frecuente encontrarle en zonas urbanas, por lo que el hábitat que ahí ocupa presenta condiciones totalmente diferentes. De acuerdo a lo anterior se deduce que el hábitat no presenta limitantes para esta especie, ya que se ha observado que esta especie se adapta con facilidad a los hábitats, siempre y cuando las condiciones ambientales se encuentren dentro de su rango de tolerancia (Álvarez del Toro, 1982; Ramírez, 1989; Lee, 1996; Vogt et al , 1997; Campbell, 1998).

**Refugios.** Las preferencias tan amplias de esta especie hacen posible que muchos sitios a lo largo de su distribución sean refugio de sus poblaciones. Excluyendo las áreas urbanas grandes y

aquellas zonas con características climáticas adversas, se estima que la especie se puede distribuir y desarrollar adecuadamente en la mayor parte del sureste mexicano.

**Tipo de vegetación.-** Las asociaciones vegetales más representativas que se encuentran en la distribución de la especie son Selva alta y mediana subperennifolia, Selva baja subcaducifolia y Selva alta perennifolia (Miranda y Hernández, 1963).

Selva baja subperennifolia

Selva alta perennifolia

Selva alta o mediana subperennifolia

### **Historia natural de la especie**

**Antecedentes del estado de la especie o de las poblaciones principales.-** En la recopilación hecha por Taylor en 1947, comenta que durante las diferentes salidas realizadas en México y Centroamérica, los registros de esta especie fueron pobres, y que es una especie rara.

A pesar de esto, algunos investigadores extranjeros realizaron colectas de series de tamaño considerable de algunas localidades de Campeche y Oaxaca (Taylor, 1947). Las condiciones en las que se encontraban estas poblaciones no son comentadas, se deduce que por el tamaño de las series (de 82 y 56) el tamaño y estado de la población era bueno.

**Historia de la vida.-** Es una especie ovípara, ectoterma, carnívora.

**Relevancia de la especie.-** Esta especie es importante ya que forma parte de los diferentes niveles tróficos y de la riqueza biológica del país. De acuerdo a Álvarez del Toro (1982), ayuda a controlar las poblaciones de pequeños invertebrados como hormigas, mosquitos y arañas. De acuerdo a Vogt y colaboradores (1997) y a observaciones personales, esta especie compite por espacio con otras especies nativas de gecos y viceversa, por lo que es importante estudiar su comportamiento para establecer su relación con otras especies.

### **Reproducción**

Es una especie ovípara, ponen un solo huevo por puesta pero el nido puede constar de dos huevos. La época de anidación varía, en México la especie anida en los meses de diciembre a febrero, en Chiapas; la incubación tarda aproximadamente de 80 a 85 días. Cuando son puestos, los huevos son de cáscara flexible, pero a los pocos segundos se seca y se vuelve dura y quebradiza, además, se adhiere al substrato por el lado que permanece en contacto haciéndolo imposible de despegar sin romperlo. Algunas observaciones indican que esta especie hace nidadas comunales (Álvarez del Toro, 1982; Lee, 1996; Campbell, 1998).

**Alimentación.-** Se alimenta principalmente de pequeños artrópodos entre los que se encuentran algunos insectos y arañas (Álvarez del Toro, 1982; Campbell, 1998).

**Conducta.-** Es de costumbres mayormente crepusculares y nocturnas, aunque también se le puede encontrar de día. Sitios naturales se refugia bajo montones de hojas, troncos podridos o piedras, en zonas urbanas se encuentra principalmente en las paredes de las construcciones o en los tejados (Álvarez del Toro, 1982; Campbell, 1998).



### 8.5.3. Especies de fauna acuática

#### 8.5.3.1. *Rhamdia guatemalensis*

##### TAXONOMÍA

**FAMILIA:** Heptapteridae

**GÉNERO:** Rhamdia

**EPITETO:** guatemalensis

**NOMBRE CIENTÍFICO:** Rhamdia guatemalensis (Günther, 1984)

**NOMBRES COMUNES:** Juil descolorido, Pale catfish (Nelson et al. 2004).

##### CATEGORÍA DE RIESGO

NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr, Sujeta a protección especial (SEMARNAT, 2002). Se ha propuesto su exclusión (Schmitter-Soto et al., 2006).

IUCN: No Incluida

CITES: No incluida

##### ASPECTOS BIOLÓGICOS

**Descripción de la especie:** Cuerpo fusiforme sin escamas, cabeza robusta y deprimida, Aleta caudal profundamente escotada, aleta dorsal con una espina y seis radios, aleta adiposa de base larga, cuando más tres veces en la longitud patrón, aleta anal con 11 a 13 radios, dientes en bandas anchas, mandíbula superior mayor que la inferior, tres pares de barbas.

**Coloración:** Presentan una coloración café oscuro en la parte dorsal y lateral del cuerpo, la cual se va aclarando hacia la parte ventral la cual es blanca; las barbas son del mismo color; las aletas pectorales y pélvicas son de color café con tendencia a bronce. Presenta una banda longitudinal poco evidente y de color negra en la parte lateral de ambos costados del cuerpo.

**Talla:** Hasta 280 mm de longitud patrón.

**Alimentación:** Esta especie tiene una dieta variada aunque es claramente carnívora. Dentro de su dieta se encuentra organismos del bentos sobretodo en las tallas pequeñas, por esto se infiere que se alimentan preferentemente en el fondo de los ríos depredando sobre larvas y ninfas de insectos, al aumentar de talla consumen organismos de otros niveles de la columna de agua y de mayor tamaño como son decápodos y peces, sin dejar de consumir organismos del bentos.

**Reproducción:** Proporción de sexos, casi dos hembras por macho; maduran sexualmente hacia los 9 o 10 cm LP. Se reproducen de marzo a junio o julio.

**Comportamiento:** nd.

##### ASPECTOS ECOLÓGICOS

**Distribución y hábitat:** Vertiente del Atlántico, parte alta de la cuenca del Río Grijalva, en el Río Grande de Chiapas, y el extremo oeste de Guatemala (Miller *et al.*, 2005) (Figura 8.9).

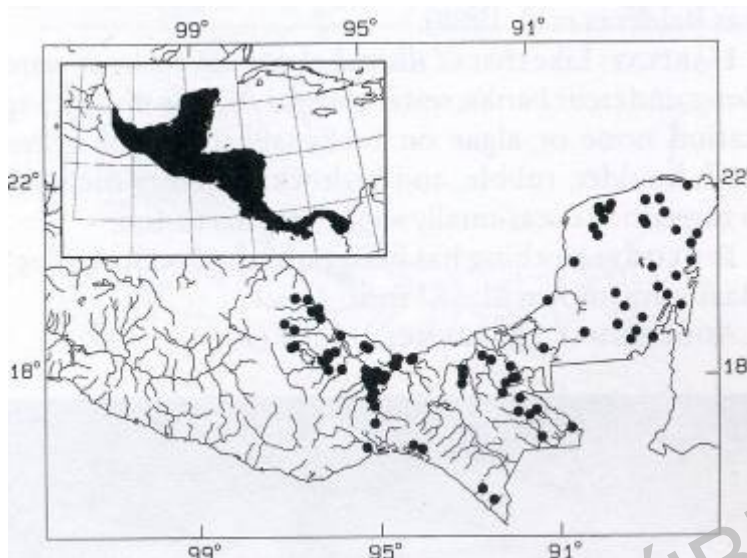


Figura 8.9 Mapa de distribución de *Rhamdia guatemalensis* en México (Fuente: Miller *et al.*, 2005)

Generalmente evita corrientes y ríos de colinas y tierras bajas, pero es capaz de habitar en corrientes fuertes, cenotes, cuevas, pantanos y lagunas del llano costero. Típicamente ocurre en fondos de corriente y sobre el fango, la arena, la grava y la roca, recubierta en sitios por la basura de tronco o de hojas; de agua clara a turbia (Miller *et al.*, 2005).

#### Importancia ecológica:

Amenazas: Aunque son pequeños son consumidos en las comunidades ribereñas, pero no está considerada dentro de una categoría comercial. Es presa de aves acuáticas y otros vertebrados, como la nutria.

#### ACTORES PRO-CONSERVACIÓN

**Gubernamentales:** La dirección de especies prioritarias para la Conservación de la SEMAVI (Secretaría del Medioambiente del Gobierno de Chiapas). Está elaborando un listado de especies prioritarias en la que está incluida esta especie; para lo cual se pretende generar estrategias de conservación a corto, mediano y largo plazo.

**No gubernamentales:** No existen

**Academia:** Facultad de Ciencias Biológicas, de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) y El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

**Sociedad civil:** No existen participantes

**Grupo de especialistas:** Dr. Ernesto Velázquez Velázquez (MZ-UNICACH), Dra. Rocío Rodiles Hernández (ECOSUR), Biol. Adán E. Gómez González (MZ-UNICACH), Biol. Manuel de Jesús Anzueto Calvo (MZ-UNICACH).

#### 8.5.3.2. *Cichlasoma grammodes*.

## TAXONOMÍA

**FAMILIA:** Ciclidae

**GÉNERO:** Cichlasoma

**EPITETO:** grammodes

**NOMBRE CIENTÍFICO:** *Cichlasoma grammodes* (Taylor & Miller, 1980)

**NOMBRES COMUNES:** Mojarra de Chiapa de Corzo, Chiapa de Corzo Cichlid (Nelson *et al.* 2004).

## CATEGORÍA DE RIESGO

NOM-059-SEMARNAT-2001. Pr, Sujeta a protección especial (SEMARNAT, 2002)

IUCN. No Incluida

CITES: No incluida

## ASPECTOS BIOLÓGICOS

Descripción de la especie: Cuerpo moderadamente delgado, cabeza y mandíbulas largas, presenta una serie de líneas delgadas y oscuras que atraviesan la región interorbital, el hocico y la parte anterior de las mejillas. Típicamente tiene 29 escamas en la línea lateral; 17 espinas y 10 radios en la aleta dorsal y 6 espinal y 8 radios en las aletas anales; presencia de 11 a 14 branquiespinas en el primer arco branquial. Presenta de 29 a 31 vértebras en la columna .

Coloración: El patrón de coloración consiste en una raya horizontal ancha poco definida que puede ser tan ancha como el ojo hasta más ancha que la órbita ocular, que se extiende a partir del el ojo. Esta banda está formada por manchas verticales, por lo regular 8 o 9 de estas. Tiene una mancha ovalada bien marcada centrada en la base de la aleta caudal. Las partes bajas de sus flancos y la cabeza comúnmente están cubiertas por manchas acomodadas en hileras delante de las escamas. Una serie de líneas delgadas y oscuras se encuentran a los lados de la cabeza y arriba de esta y entre los ojos a modo de estrías.

Talla: Alcanza los 203 mm de longitud patrón.

Alimentación: Especie carnívora que se alimenta de insectos acuáticos y de otros peces, casi un 50% de su alimentación está constituida de tricópteros y el resto de los insectos está constituido por ninfas de odonátos, larvas de megalópteros, efemerópteros, coleópteros, y naucóridos. Por lo que este depredador busca su alimento en toda la columna de agua (Soto Galera, 2006).

Reproducción: Llevan a cabo fertilización externa, los padres cuidan de los huevos y larvas. Las larvas se alimentan en el engrosamiento de la piel de los padres. Las parejas pueden permanecer juntas durante mucho tiempo. Se reproduce en la mayoría de todos los hábitats disponibles dentro de sus pequeños límites territoriales.

Comportamiento: nd.

## ASPECTOS ECOLÓGICOS

**Distribución y hábitat:** Vertiente del Atlántico, parte alta de la cuenca del río Grijalva, en el río Grande de Chiapas, y el extremo de Guatemala (Figura 8.10). Prefiere arroyos que fluyen a grandes ríos con corrientes de moderada a fuertes, que son claros, limpios y de alto contenido de oxígeno. Se encuentra sobre las rocas, arena, limo o lodo.

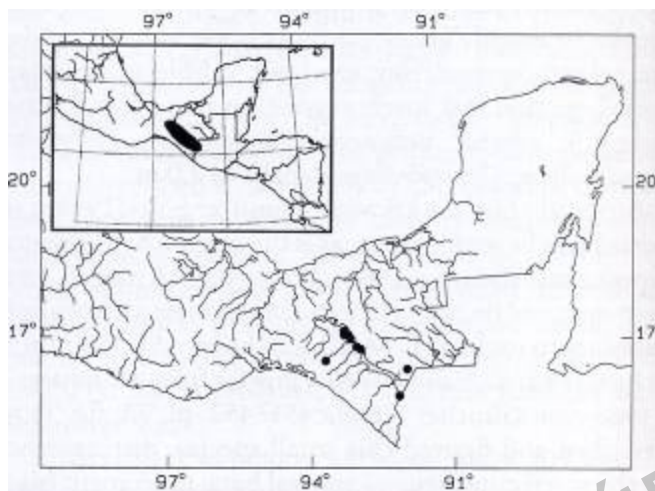


Figura 8.10 Mapa de distribución de *Cichlasoma grammodes* en México (Fuente: Miller et al., 2005).

#### Importancia ecológica:

**Amenazas:** El estado de las poblaciones de estos peces necesita ser monitoreado, porque una presa (presa de La Angostura) alberga cíclidos exóticos africanos, ahora abarcando mucho del rango geográfico conocido de *C. grammodes* (Miller et al., 2005).

#### Actores pro-conservación

**Gubernamentales:** La dirección de especies prioritarias para la Conservación de la SEMAVI (Secretaría del Medioambiente del Gobierno de Chiapas). Está elaborando un listado de especies prioritarias en la que está incluida esta especie; para lo cual se pretende generar estrategias de conservación a corto, mediano y largo plazo.

**No gubernamentales:** No existen

**Academia:** Facultad de Ciencias biológicas, de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) y El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

**Sociedad civil:** No existen participantes

**Grupo de especialistas:** Dr. Ernesto Velázquez Velázquez (MZ-UNICACH), Dra. Rocío Rodiles Hernández (ECOSUR), Biol. Adán E. Gómez González (MZ-UNICACH), Biol. Manuel de Jesús Anzueto Calvo (MZ-UNICACH).

#### 8.5.3.3. *Vieja hartwegi*

#### TAXONOMÍA

FAMILIA: Cichlidae

GÉNERO: Vieja

EPITETO: hartwegi

NOMBRE CIENTÍFICO: *Vieja hartwegi* (Taylor & Miller 1980)

NOMBRES COMUNES: Mojarra del río Grande de Chiapa, tailbar cichlid (Nelson *et al.*, 2004).

### CATEGORÍA DE RIESGO

NOM-059-SEMARNAT-2001. Pr, Sujeta a protección especial (SEMARNAT, 2002)

IUCN. Incluida como Vulnerable

CITES: No incluida

### ASPECTOS BIOLÓGICOS

Descripción de la especie: Cuerpo fusiforme comprimido, ligeramente alargado, cabeza ligeramente robusta, aleta dorsal con 17 espinas y 12 radios, de 5 a 6 espinas en la aleta anal, aletas pélvicas en posición abdominal, pedúnculo de la aleta caudal ligeramente alargado, mandíbula superior más proyectada que la inferior, línea lateral interrumpida (Taylor y Miller, 1980).

Coloración: El patrón de coloración consiste en una serie de manchas oscuras laterales en forma de barras verticales irregulares, asociadas a una estría longitudinal, sobre un color de fondo verde grisáceo, el vientre en los adultos se vuelve más oscuro con la edad (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2009).

**Talla:** Llegan a medir hasta 161 mm de longitud patrón.

**Alimentación:** Insectos y otros invertebrados. Detritus. Se le estima a un nivel trófico de 2,5 (Schmitter-Soto *et al.*, 2006).

**Reproducción:** Se desconocen los parámetros básicos de la reproducción (proporción de sexos, fecundidad, madurez gonádica, época reproductiva); sin embargo Miller *et al.* (2005) sugieren que la reproducción ocurre en la estación seca (marzo-mayo).

**Comportamiento:** nd.

### ASPECTOS ECOLÓGICOS

#### Distribución y hábitat

La mojarra del río grande, es un cíclidos nativo y endémico de la cuenca del río Grijalva, del estado de Chiapas. Su distribución es muy restringida, la cual se extiende desde la parte alta del río Grijalva (Incluyendo la presa La Angostura) hasta la Presa Malpaso (Miller *et al.*, 2005; Velázquez-Velázquez *et al.*, 2009) (Figura 8.11).

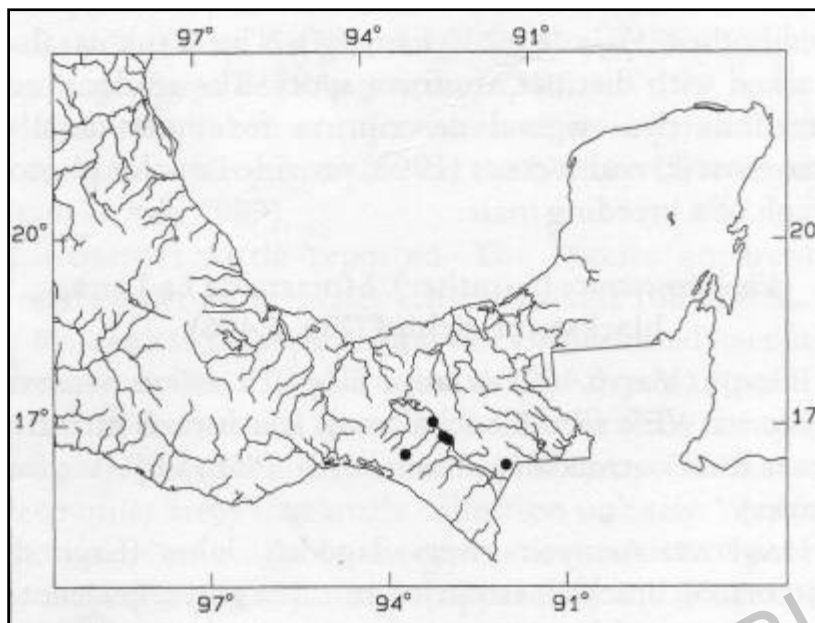


Figura 8.11 Mapa de distribución de *Vieja hartwegi* en México (Fuente: Miller et al., 2005)

Habita las zonas de corrientes rápidas en pequeños arroyos de aguas claras, de corrientes moderadas a fuertes; también es muy común en el río Grande de Chiapas (Miller *et al.*, 2005). Aun cuando es una especie de hábitos reofílicos, se ha adaptado a las condiciones lénticas que ofrecen los grandes embalses como La Angostura, Chicoasén y Malpaso (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2009).

#### Importancia ecológica:

**Amenazas:** La fragmentación de su hábitat, generada por la construcción de las presas hidroeléctricas ha generado un enorme impacto en la modificación de su hábitat y sus poblaciones. La introducción de especies exóticas invasoras como las tilapias (*Oreochromis niloticus*, *Tilapia zillii*), carpas (*Cyprinus carpio*) y otros cíclidos centroamericanos (*Parachromis managuensis*), que además traen consigo enfermedades y parásitos exóticos como la tenia de las carpas (*Bothricephalus acheilognathi*).

#### ACTORES PRO-CONSERVACIÓN

**Gubernamentales:** La dirección de especies prioritarias para la Conservación de la SEMAVI (Secretaría del Medioambiente del Gobierno de Chiapas). Está elaborando un listado de especies prioritarias en la que está incluida esta especie; para lo cual se pretende generar estrategias de conservación a corto, mediano y largo plazo.

**No gubernamentales:** No existen

**Academia:** Facultad de Ciencias biológicas, de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) y El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

**Sociedad civil:** No existen participantes

**Grupo de especialistas:** Dr. Ernesto Velázquez Velázquez (MZ-UNICACH), Dra. Rocío Rodiles Hernández (ECOSUR), Biol. Adán E. Gómez González (MZ-UNICACH), Biol. Manuel de Jesús Anzueto Calvo (MZ-UNICACH).

#### 8.5.3.4. *Potamarius nelsoni*

##### TAXONOMÍA

**FAMILIA:** Ariidae

**GÉNERO:** Potamarius

**EPITETO:** nelsoni

**NOMBRE CIENTÍFICO:** *Potamarius nelsoni* (Evermann & Goldsborough, 1902)

**NOMBRES COMUNES:** bagre lacandon, Lacandon sea catfish (Nelson *et al.* 2004).

##### CATEGORÍA DE RIESGO

NOM-059-SEMARNAT-2001. Pr, Sujeta a protección especial (SEMARNAT, 2002)

IUCN. No incluida

CITES: No incluida

##### ASPECTOS BIOLÓGICOS

**Descripción de la especie:** Cuerpo fusiforme, sin escamas, cabeza robusta y deprimida, escudo cefálico notorio, tres pares de barbillones cortos, 2 mentonianos y 1 maxilar, boca sin dientes; branquiespinas bien desarrolladas y distribuidas uniformemente a lo largo de la superficie trasera de los primeros 2 arcos de branquiales. Hocico bien alargado y labios engrosados, boca dirigida hacia abajo (Figura 14).

**Coloración:** Coloración gris-azulada en el dorso y los costados la cual se va aclarando hacia la parte ventral, la cual es blanca. Costados con series de puntos brillantes a lo largo del cuerpo.

**Talla:** Hasta 390 mm de longitud patrón.

**Alimentación:** Es una especie omnívora con dos tendencias principales: insectívora y detritívora (Schmitter-Soto *et al.*, 2006).

**Reproducción:** Ovíparos, dioicos. La reproducción se lleva a cabo de febrero a septiembre, alcanzando su máximo en marzo (Schmitter-Soto *et al.*, 2006).

**Comportamiento:** nd.

##### ASPECTOS ECOLÓGICOS

**Distribución y hábitat:** Dulceacuícola, béntico. Se encuentra prácticamente en todo tipo de hábitat: arroyos, ríos, presas, zonas de humedales de la cuenca del Grijalva-Usumacinta, temperatura promedio del agua 26° C (Schmitter-Soto *et al.*, 2006). Evita lagunas costeras. El agua varía de

bastante cenagoso a clara; la base de sustrato es de fango, fango suave, y arcilla; vegetación ausente a escaso; profundidades de 1.0 a 7.0 m (Miller *et al.*, 2005). (Figura 8.12).

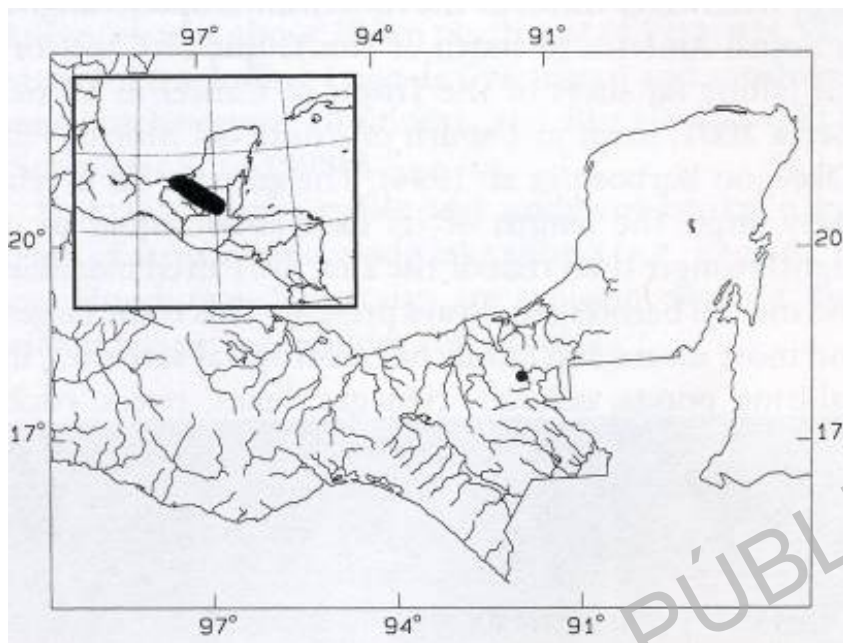


Figura 8.12 Mapa de distribución de *Potamarius nelsoni* en México (Fuente: Miller *et al.*, 2005)

**Importancia ecológica:** A pesar de que Contreras Balderas *et al.* (2003) la consideraron rara, la especie es común, abundante y frecuente. Incluso, sostiene una pesquería (Domínguez-Cisneros y Rodiles-Hernández, 1998).

**Amenazas:** Descargas de agua residual de asentamientos humanos, deforestación de las riberas de ríos y arroyos, la fragmentación del hábitat provocada por la construcción de presas, pesca excesiva, introducción de especies exóticas. Pesca excesiva sin alguna clase de manejo (Schmitter-Soto *et al.*, 2006).

#### ACTORES PRO-CONSERVACIÓN

**Gubernamentales:** La dirección de especies prioritarias para la Conservación de la SEMAVI (Secretaría del Medioambiente del Gobierno de Chiapas). Está elaborando un listado de especies prioritarias en la que está incluida esta especie; para lo cual se pretende generar estrategias de conservación a corto, mediano y largo plazo.

**No gubernamentales:** No existen.

**Academia.** Facultad de Ciencias Biológicas, de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) y El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

**Sociedad civil:** No existen participantes

**Grupo de especialistas:** Dr. Ernesto Velázquez Velázquez (MZ-UNICACH), Dra. Rocío Rodiles Hernández (ECOSUR), Biol. Adán E. Gómez González (MZ-UNICACH), Biol. Manuel de Jesús Anzueto Calvo (MZ-UNICACH).





	<b>EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR</b> <b>LABORATORIOS INSTITUCIONALES</b> Laboratorio de Análisis Instrumental PROCEDIMIENTO PARA ATENCIÓN Y SERVICIOS AL CLIENTE	
	FT-AI03	

Analizó:  QFB. Juan Jesús Morales López Responsable del Laboratorio de análisis instrumental (RLAI)	Recibi original  Firma del cliente
--	--

**NOTAS.**  
 RLAI: Se comprometo a salvaguardar los datos y los archivos que se generen en este trabajo y no facilitarlos a ninguna persona que los solicite sin previo consentimiento del cliente.  
 A partir de la fecha de emisión, el cliente tiene 1 mes como plazo máximo para presentar quejas o solicitar aclaraciones respecto al servicio recibido.  
 Los datos de resultados contenidos en este reporte son propiedad del cliente. Su uso y destino final son responsabilidad del cliente.

**Condiciones de trabajo**

Determinación	Nitratos, Nitritos, fosfatos, sólidos suspendidos.		
Equipo utilizado	Colorímetro HACH DR 2800		
Determinación	Nitrógeno total	Fósforo total	DQO
Digestión	105°C / 30 min.	150°C / 30 min.	150°C / 2h

**Tablas de resultados**

Muestra	Consecutivo laboratorio	pH	Nitrógeno total mg/L	Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>4</sub> ) mg/L	Nitritos (N-NO <sub>2</sub> ) mg/L	Nitratos N-NO <sub>3</sub> (mg/L)
Estación 1	80/09	8,16	0,60	0,07	0,009	0,40
Estación 2	81/09	8,19	1,40	0,09	0,016	0,60
Estación 3	82/09*	8,24	0,73	0,12	0,012	0,50
Estación 4	83/09	8,22	1,90	0,21	0,011	0,60
Estación 5	84/09	8,17	2,10	0,2	0,021	0,50
Estación 6	85/09	8,20	3,10	0,24	0,013	0,50
Estación 7	86/09	8,34	0,70	0,08	0,017	0,50
Estación 8	87/09	8,34	0,70	0,11	0,021	0,40
Estación 9	88/09	8,02	0,80	0,12	0,005	0,40
Estación 10	89/09*	8,10	0,63	0,08	0,006	0,30

San Cristóbal Tapachula Chetumal  
 Carretera Panamericana y Periférico sur s/n., San Cristóbal de Las Casas, Chiapas  
 Teléfono +52 (01 967) 674 9000, ext. 1801 Fax +52 (01 967) 678 2322  
[jmorales@ecosur.mx](mailto:jmorales@ecosur.mx)

	<p><b>EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR</b></p> <p><b>LABORATORIOS INSTITUCIONALES</b></p> <p>Laboratorio de Análisis Instrumental</p> <p>PROCEDIMIENTO PARA ATENCIÓN Y SERVICIOS AL CLIENTE</p>	
	<p><b>REPORTE DE RESULTADOS</b></p>	
FT-AI03		Página 3/2

Muestra	Consecutivo laboratorio	Fósforo total (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	Dureza (mg/L)	Sólidos suspendidos Totales (mg/L)	Sólidos disueltos totales mg/L
Estación 1	80/09	0,45	0,05	164,00	48,00	350,00
Estación 2	81/09	0,47	0,10	177,00	59,00	380,00
Estación 3	82/09*	0,71	0,28	216,00	62,00	520,00
Estación 4	83/09	0,61	0,23	218,00	50,00	520,00
Estación 5	84/09	0,50	0,03	170,00	69,00	400,00
Estación 6	85/09	0,48	0,07	211,00	69,00	410,00
Estación 7	86/09	0,64	0,21	224,00	65,00	480,00
Estación 8	87/09	0,60	0,20	215,00	57,00	480,00
Estación 9	88/09	0,42	0,17	210,00	15,00	490,00
Estación 10	89/09*	0,42	0,11	217,67	8,00	530,00

Muestra	Consecutivo laboratorio	Demanda bioquímica de oxígeno DBO <sub>5</sub> mg/L	Demanda química de oxígeno mg/L	Turbidez (FAU)
Estación 1	80/09	10,3727	12,00	43,00
Estación 2	81/09	10,4836	13,00	54,00
Estación 3	82/09*	9,5961	14,33	57,00
Estación 4	83/09	10,0398	14,00	45,00
Estación 5	84/09	7,8211	13,00	67,00
Estación 6	85/09	10,9273	12,00	68,00
Estación 7	86/09	-----	11,00	61,00
Estación 8	87/09	-----	11,00	57,00
Estación 9	88/09	-----	12,00	14,00
Estación 10	89/09*	-----	11,67	7,00

\* Las muestras 82/09 y 89/09 se analizaron por triplicado para la determinación de la mayoría de parámetros analizados, con excepción de pH, turbidez, sólidos disueltos, sólidos suspendidos y DBO<sub>5</sub>. Se reporta el promedio de los triplicados.

Nota: Los resultados presentados corresponden única y exclusivamente a las muestras analizadas que se encuentran registradas en el formato de solicitud FT-AI02 No. S30/09 y a sus condiciones al momento de recibirlas.

**San Cristóbal Tapachula Chetumal**  
 Carretera Panamericana y Periférico sur s/n., San Cristóbal de Las Casas, Chiapas  
 Teléfono +52 (01 967) 674 9000, ext. 1801 Fax +52 (01 967) 678 2322  
[jmorales@ecosur.mx](mailto:jmorales@ecosur.mx)

	<b>EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR</b> <b>LABORATORIOS INSTITUCIONALES</b> Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas PROCEDIMIENTO PARA ATENCIÓN Y SERVICIOS AL CLIENTE	
	<b>REPORTE DE RESULTADOS</b>	
FT-SP03		Página 1/2

R 35/09
Fecha: 17/07/09

**DATOS DEL CLIENTE:**

Solicitante	Biodiversidad conservación y restauración A.C.		
Institución	Biodiversidad conservación y restauración A.C.		
Dirección	Calle Tapachula No. 17, Barrio El Cerrillo, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.		
Proyecto	Caracterización de suelos		
Fecha de recepción	02/07/09	Teléfono	67 8 85 51
Correo electrónico	lgomez@biocores.org.mx, mlopez@biocores.org.mx,		

Por este medio entrego los resultados de los análisis descritos a continuación de (9) muestras de suelos.

Análisis (Metodología *)	No. de Análisis
Capacidad de retención de agua (método de la columna de suelo)	8
Densidad aparente (método de la probeta)	9
Densidad real (método picnómetro)	9
pH (relación 1:2 en agua)	9
Capacidad de saturación de agua (método gravimétrico)	8
Textura (método Bouyoucos)	9

**TOTAL DE ANALISIS 52**

\* Metodologías: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-SEMARNAT-2000, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES DE FERTILIDAD, SALINIDAD Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS, ESTUDIO MUESTREO Y ANALISIS.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente  
  
 Q.A. Miguel Ángel López Anaya  
 Responsable del Laboratorio de Suelos y Plantas

Colaboró  
 \_\_\_\_\_  
 Nombre y firma

C.c.p. Archivo

San Cristóbal Tapachula Chetumal  
 Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, San Cristóbal de las Casas, Chis.  
 Tel. (01 967) 674 9000, Ext. 1801. Fax (967) 678 2322  
 malopez@ecosur.mx

	<p><b>EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR</b></p> <p><b>LABORATORIOS INSTITUCIONALES</b></p> <p>Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas</p>	
	<p>PROCEDIMIENTO PARA ATENCIÓN Y SERVICIOS AL CLIENTE</p>	
FT-SP03	<b>REPORTE DE RESULTADOS</b>	Página 2/2

HOJA DE RESULTADOS

No. de Lab.	Clave	pH	Nombre textural	Densidad aparente	Densidad real	Capacidad de retención	Porcentaje de saturación
		H <sub>2</sub> O		gr/mL	gr/mL	%	gr de agua / 100 gr de suelo
262 09	Sitio 1 Bombana	7.96	Franco arenoso	1.40	2.70	20.2	31.4
263 09	Estación 2 Copainalá	7.94	Franco arcilloso	1.16	2.57	26.1	51.4
264 09	Estación 3 Bombana	7.88	Franco	1.18	2.63	24.5	39.5
265 09	Punto 5 Copainalá	7.91	Franco arenoso	1.42	2.63	23.0	29.2
266 09	Estación 5	7.91	Franco arenoso	1.41	2.66	10.0	30.1
267 09	Estación Copainalá	8.18	Franco arenoso	1.50	2.66	20.7	29.6
268 09	Sin Clave	7.85	Franco arenoso	1.25	2.64	33.8	43.1
269 09	Estación 1 Biocores	8.07	Franco arenoso	1.27	2.59	23.8	27.3
270 09	Estación 3 Biocores	8.10	Arcilloso	1.36	2.63	**	**

\*\* <sup>copainalá</sup> No hubo suficiente muestra

Según la: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-SEMARNAT-2000. QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES DE FERTILIDAD, SALINIDAD Y CLASIFICACION DE SUELOS. ESTUDIO MUESTREO Y ANALISIS:

pH Fuertemente ácido (menor de 5.0), Moderadamente ácidos (5.1-6.5), Neutro (6.6-7.3), Medianamente alcalino (7.4-8.5), Fuertemente alcalino (mayor de 8.6).

San Cristóbal · Tapachula · Chetumal  
 Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, San Cristóbal de las Casas, Chis.  
 Tel. (01 967) 674 9000, Ext. 1801. Fax (967) 678 2322  
 malopez@ecosur.mx



SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

FOLIO: LMA-09-072

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente: UNICACH  
Atención: Dr. Sergio Mendoza López  
Dirección: Libramiento Norte Poniente S/N, Caleras Maciel  
Ciudad: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
C.P.: 29000  
Teléfonos: 60 4 82 81

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra: Medio Grijalva "Estación 2"  
Muestreado por: Ing. Franklin Avendaño Velasco  
Tipo de muestra: Agua de Río  
Código de muestra: AN-0609-066  
Fecha de muestreo: 17/06/09  
Fecha de recepción: 17/06/09  
Fecha de análisis: 18/06/09 al 03/07/09  
Fecha de reporte: 07/07/09  
Hora de muestreo: 14:45

**PARAMETROS DE CAMPO**

PARAMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
pH	---	NMX-AA-008-SCFI-2000	7.78
Conductividad	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000	289
Oxígeno Disuelto	mg/l	NMX-AA-012-SCFI-2001	5.04

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-I01-FB

Página 1 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-072**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-028-SCFI-2001	1.73
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-030-SCFI-2001	< 19.884
Nitritos	mg/L	0.00054	NMX-AA-099-SCFI-2006	< 0.00054
Nitratos	mg/L	0.0987	NMX-AA-079-SCFI-2001	0.3782
Turbiedad	NTU	---	NMX-AA-038-SCFI-2001	1.76
Fósforo Total	mg/L	0.013	NMX-AA-029-SCFI-2001	< 0.013
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	11
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	303
Cloruros	mg/L	---	NMX-AA-073-SCFI-2001	16.693
Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/L	---	NMX-AA-039-SCFI-2001	< 0.1
Dureza Total	mg/L	---	NMX-AA-072-SCFI-2001	212.76
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	2.1x10 <sup>4</sup>
Coliformes Totales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	5.80x10 <sup>4</sup>

\*Valor Estimado  
LDM: Límite de detección del método  
ND: No Detectable

Sin otro particular, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

**QFB. Rosario Chávez Moguel**  
Coordinadora del Laboratorio

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 2 de 2



SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
 DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
 Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
 FOLIO: LMA-09-073

**¡HECHOS,  
 NO PALABRAS!**

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente: UNICACH  
 Atención: Dr. Sergio Mendoza Lópezw  
 Dirección: Libramiento Norte Poniente S/N, Caleras Maciel  
 Ciudad: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
 C.P.: 29000  
 Teléfonos: 60 4 82 81

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra: Medio Grijalva "Estación 1"  
 Muestreado por: Ing. Franklin Avendaño Velasco  
 Tipo de muestra: Agua de Río  
 Código de muestra: AN-0609-067  
 Fecha de muestreo: 17/06/09  
 Fecha de recepción: 17/06/09  
 Fecha de análisis: 18/06/09 al 03/07/09  
 Fecha de reporte: 07/07/09  
 Hora de muestreo: 15:10

**PARAMETROS DE CAMPO**

PARAMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
pH	---	NMX-AA-008-SCFI-2000	7.76
Conductividad	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000	290.33
Oxígeno Disuelto	mg/l	NMX-AA-012-SCFI-2001	4.68

PARA CONSULTA AL PÚBLICO

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
 Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 1 de 2





**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-073**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-028-SCFI-2001	2.06
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-030-SCFI-2001	<19.884
Nitritos	mg/L	0.00054	NMX-AA-099-SCFI-2006	0.0007936*
Nitratos	mg/L	0.0987	NMX-AA-079-SCFI-2001	0.35093
Turbiedad	NTU	---	NMX-AA-038-SCFI-2001	2.893
Fósforo Total	mg/L	0.013	NMX-AA-029-SCFI-2001	< 0.013
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	19
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	334
Cloruros	mg/L	---	NMX-AA-073-SCFI-2001	16.693
Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/L	---	NMX-AA-039-SCFI-2001	< 0.1
Dureza Total	mg/L	---	NMX-AA-072-SCFI-2001	212.76
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	2.56X10 <sup>3</sup>
Coliformes Totales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	7.44X10 <sup>3</sup>

\*Valor Estimado  
LDM: Límite de detección del método  
ND: No Detectable

Sin otro particular, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

**QFB. Rosario Chávez Moguel**  
Coordinadora del Laboratorio

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 2 de 2



SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

FOLIO: LMA-09-069

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente: UNICACH  
Atención: Dr. Sergio Mendoza López  
Dirección: Libramiento Norte Poniente S/N, Caleras Maciel  
Ciudad: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
C.P.: 29000  
Teléfonos: 60 4 82 81

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra: Tributario Bombana "Estación 5"  
Muestreado por: Ing. Yarian Espinosa C./Ing. Franklin Avendaño V.  
Tipo de muestra: Agua de Río  
Código de muestra: AN-0609-063  
Fecha de muestreo: 16/06/09  
Fecha de recepción: 16/06/09  
Fecha de análisis: 17/06/09 al 03/07/09  
Fecha de reporte: 07/07/09  
Hora de muestreo: 14:26

**PARAMETROS DE CAMPO**

PARAMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
pH	---	NMX-AA-008-SCFI-2000	7.68
Conductividad	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000	412.67
Temperatura	°C	NMX-AA-007-SCFI-2001	28.2
Oxígeno Disuelto	mg/l	NMX-AA-012-SCFI-2001	4.3

PARA CONSULTA AL PÚBLICO

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-I01-FB

Página 1 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-069**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-028-SCFI-2001	2.29
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-030-SCFI-2001	< 19.884
Nitritos	mg/L	0.00054	NMX-AA-099-SCFI-2006	< 0.00054
Nitratos	mg/L	0.0987	NMX-AA-079-SCFI-2001	2.8343
Turbiedad	NTU	---	NMX-AA-038-SCFI-2001	24.08
Fósforo Total	mg/L	0.013	NMX-AA-029-SCFI-2001	< 0.013
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	30
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	334
Cloruros	mg/L	---	NMX-AA-073-SCFI-2001	17.156
Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/L	---	NMX-AA-039-SCFI-2001	< 0.1
Dureza Total	mg/L	---	NMX-AA-072-SCFI-2001	237.68
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	2X10 <sup>3</sup>
Coliformes Totales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	6X10 <sup>3</sup>

\*Valor Estimado  
LDM: Límite de detección del método  
ND: No Detectable

Sin otro particular, quedo a sus ordenes para cualquier duda o aclaración.

**QFB. Rosario Chávez Moguel**  
Coordinadora del Laboratorio

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-I01-FB

Página 2 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-070**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente: UNICACH  
Atención: Dr. Sergio Mendoza López  
Dirección: Libramiento Norte Poniente S/N, Caleras Maciel  
Ciudad: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
C.P.: 29000  
Teléfonos: 60 4 82 81

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra: Tributario tres picos "Estación 5"  
Muestreado por: Ing. Franklin Avendaño V.  
Tipo de muestra: Agua de Río  
Código de muestra: AN-0609-064  
Fecha de muestreo: 17/06/09  
Fecha de recepción: 17/06/09  
Fecha de análisis: 18/06/09 al 03/07/09  
Fecha de reporte: 07/07/08  
Hora de muestreo: 12:40

**PARAMETROS DE CAMPO**

PARAMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
pH	---	NMX-AA-008-SCFI-2000	8.53
Conductividad	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000	389
Temperatura	°C	NMX-AA-007-SCFI-2001	27.8
Oxígeno Disuelto	mg/l	NMX-AA-012-SCFI-2001	8.24

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.

Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 1 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-070**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-028-SCFI-2001	1.98
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-030-SCFI-2001	< 19.884
Nitritos	mg/L	0.00054	NMX-AA-099-SCFI-2006	0.0223
Nitratos	mg/L	0.0987	NMX-AA-079-SCFI-2001	1.4516
Turbiedad	NTU	---	NMX-AA-038-SCFI-2001	4.65
Fósforo Total	mg/L	0.013	NMX-AA-029-SCFI-2001	0.40193
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	16
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	412
Cloruros	mg/L	---	NMX-AA-073-SCFI-2001	11.592
Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/L	---	NMX-AA-039-SCFI-2001	< 0.1
Dureza Total	mg/L	---	NMX-AA-072-SCFI-2001	270.27
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	3.33X10 <sup>3</sup>
Coliformes Totales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	9.44X10 <sup>3</sup>

\* Valor Estimado  
LDM: Límite de detección del método  
ND: No Detectable

Sin otro particular, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

**QFB. Rosario Chávez Moguel**  
Coordinadora del Laboratorio

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 2 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-071**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente: UNICACH  
Atención: Dr. Sergio Mendoza López  
Dirección: Libramiento Norte Poniente S/N, Caleras Maciel  
Ciudad: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
C.P.: 29000  
Teléfonos: 60 4 82 81

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra: Medio Grijalva "Estación 3"  
Muestreado por: Ing. Franklin Avendaño Velasco  
Tipo de muestra: Agua de Río  
Código de muestra: AN-0609-065  
Fecha de muestreo: 17/06/09  
Fecha de recepción: 17/06/09  
Fecha de análisis: 18/06/09 al 03/07/09  
Fecha de reporte: 07/07/09  
Hora de muestreo: 14:10

**PARAMETROS DE CAMPO**

PARAMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
pH	---	NMX-AA-008-SCFI-2000	7.91
Conductividad	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000	305.67
Temperatura	°C	NMX-AA-007-SCFI-2001	28.1
Oxígeno Disuelto	mg/l	NMX-AA-012-SCFI-2001	5.9

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.

Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-I01-FB

Página 1 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-071**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-028-SCFI-2001	0.65
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-030-SCFI-2001	< 19.884
Nitritos	mg/L	0.0987	NMX-AA-099-SCFI-2006	0.000794*
Nitratos	mg/L	0.0017766	MNX-AA-079-SCFI-2001	0.4759
Turbiedad	NTU	---	NMX-AA-038-SCFI-2001	2.793
Fósforo Total	mg/L	0.013	NMX-AA-029-SCFI-2001	< 0.013
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	12
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	292
Cloruros	mg/L	---	NMX-AA-073-SCFI-2001	15.765
Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/L	---	NMX-AA-039-SCFI-2001	< 0.1
Dureza Total	mg/L	---	NMX-AA-072-SCFI-2001	214.66
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	1X10 <sup>3</sup>
Coliformes Totales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	3.89X10 <sup>3</sup>

\*Valor Estimado  
LDM: Límite de detección del método  
ND: No Detectable

Sin otro particular, quedo a sus ordenes para cualquier duda o aclaración.

**QFB. Rosario Chávez Moguel**  
Coordinadora del Laboratorio

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-I01-FB

Página 2 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**FOLIO: LMA-09-065**

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente: UNICACH  
 Atención: Dr. Sergio Mendoza López  
 Dirección: Libramiento Norte Poniente S/N, Caleras Maciel  
 Ciudad: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
 C. P.: 29000  
 Teléfonos: 60 4 82 81

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra: Tributario Bombana "Estación 1"  
 Muestreado por: Ing. Yarian Espinosa C./Ing. Franklin Avendaño V.  
 Tipo de muestra: Agua de Río  
 Código de muestra: AN-0609-059  
 Fecha de muestreo: 16/06/09  
 Fecha de recepción: 16/06/09  
 Fecha de análisis: 17/06/09 al 03/07/09  
 Fecha de reporte: 07/07/09  
 Hora de muestreo: 11:30

**PARAMETROS DE CAMPO**

PARAMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
pH	---	NMX-AA-008-SCFI-2000	8.45
Conductividad	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000	466
Temperatura	°C	NMX-AA-007-SCFI-2001	20.5
Oxígeno Disuelto	mg/l	NMX-AA-012-SCFI-2001	7.89

PARA CONSULTA AL PÚBLICO

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
 Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-I01-FB

Página 1 de 2





**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-065**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-028-SCFI-2001	2.465
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-030-SCFI-2001	<19.884
Nitritos	mg/L	0.00054	NMX-AA-099-SCFI-2006	0.00109*
Nitratos	mg/L	0.0987	NMX-AA-079-SCFI-2001	0.84068
Turbiedad	NTU	---	NMX-AA-036-SCFI-2001	59
Fósforo Total	mg/L	0.013	NMX-AA-029-SCFI-2001	< 0.013
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	97
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	309
Cloruros	mg/L	---	NMX-AA-073-SCFI-2001	19.01
Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/L	---	NMX-AA-039-SCFI-2001	< 0.1
Dureza Total	mg/L	---	NMX-AA-072-SCFI-2001	233.85
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	1.2X10 <sup>3</sup>
Coliformes Totales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	6.22X10 <sup>3</sup>

\*Valor Estimado  
LDM: Límite de detección del método  
ND: No Detectable

Sin otro particular, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

**QFB. Rosario Chávez Moguel**  
Coordinadora del Laboratorio

C. e. p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-I01-FB

Página 2 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-066**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente: UNICACH  
 Atención: Dr. Sergio Mendoza López  
 Dirección: Libramiento Norte Poniente S/N, Caleras Maciel  
 Ciudad: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
 C.P.: 29000  
 Teléfonos: 60 4 82 81

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra: Tributario Bombana "Estación 2"  
 Muestreado por: Ing. Yarian Espinosa C./Ing. Franklin Avendaño V.  
 Tipo de muestra: Agua de Río  
 Código de muestra: AN-0609-060  
 Fecha de muestreo: 16/06/09  
 Fecha de recepción: 16/06/09  
 Fecha de análisis: 17/06/09 al 03/07/09  
 Fecha de reporte: 07/07/09  
 Hora de muestreo: 12:09

**PARAMETROS DE CAMPO**

PARAMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
pH	---	NMX-AA-008-SCFI-2000	8.50
Conductividad	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000	460
Temperatura	°C	NMX-AA-007-SCFI-2001	26.4
Oxígeno Disuelto	mg/l	NMX-AA-012-SCFI-2001	7.24

PARA CONSULTA AL PÚBLICO



C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
 Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 1 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-066**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-028-SCFI-2001	4.885
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-030-SCFI-2001	<19.884
Nitritos	mg/L	0.00054	NMX-AA-099-SCFI-2006	0.00822*
Nitratos	mg/L	0.0887	NMX-AA-079-SCFI-2001	1.1758
Turbiedad	NTU	---	NMX-AA-038-SCFI-2001	66.67
Fósforo Total	mg/L	0.013	NMX-AA-029-SCFI-2001	0.0906*
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	117
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	291
Cloruros	mg/L	---	NMX-AA-073-SCFI-2001	19.475
Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/L	---	NMX-AA-039-SCFI-2001	< 0.1
Dureza Total	mg/L	---	NMX-AA-072-SCFI-2001	251.10
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	1.8X10 <sup>3</sup>
Coliformes Totales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	> 2X10 <sup>5</sup>

\*Valor Estimado  
LDM: Límite de detección del método  
ND: No Detectable

Sin otro particular, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

**QFB. Rosario Chávez Moguel**  
Coordinadora del Laboratorio

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-I01-FB

Página 2 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-067**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente:	UNICACH
Atención:	Dr. Sergio Mendoza López
Dirección:	Libramiento Norte Poniente S/N, Caleras Maciel
Ciudad:	Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
C. P.:	29000
Teléfonos:	60 4 82 81

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra:	Tributario Bombana "Estación 3"
Muestreado por:	Ing. Yarian Espinosa C./Ing. Franklin Avendaño V.
Tipo de muestra:	Agua de Río
Código de muestra:	AN-0609-061
Fecha de muestreo:	16/06/09
Fecha de recepción:	16/06/09
Fecha de análisis:	17/06/09 al 03/07/09
Fecha de reporte:	07/07/09
Hora de muestreo:	13:00

**PARAMETROS DE CAMPO**

PARAMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
pH	---	NMX-AA-008-SCFI-2000	8.56
Conductividad	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000	511
Temperatura	°C	NMX-AA-007-SCFI-2001	24.1
Oxígeno Disuelto	mg/l	NMX-AA-012-SCFI-2001	7.82

PARA CONSULTA AL PÚBLICO



C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-I01-FB

Página 1 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-067**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-028-SCFI-2001	3.185
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	---	NMX-AA-030-SCFI-2001	<19.884
Nitritos	mg/L	0.00054	NMX-AA-099-SCFI-2006	0.00614*
Nitratos	mg/L	0.0987	MNX-AA-079-SCFI-2001	1.2160
Turbiedad	NTU	---	NMX-AA-038-SCFI-2001	58.33
Fósforo Total	mg/L	0.013	NMX-AA-029-SCFI-2001	0.131*
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	88
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	---	NMX-AA-034-SCFI-2001	310
Cloruros	mg/L	---	NMX-AA-073-SCFI-2001	16.229
Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/L	---	NMX-AA-039-SCFI-2001	< 0.1
Dureza Total	mg/L	---	NMX-AA-072-SCFI-2001	276.02
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	1.12X10 <sup>0</sup>
Coliformes Totales	UFC/100 ml	---	NMX-AA-102-SCFI-2006	>2X10 <sup>0</sup>

\*Valor Estimado  
LDM: Límite de detección del método  
ND: No Detectable

Sin otro particular, quedo a sus ordenes para cualquier duda o aclaración.

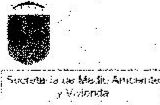
**QFB. Rosario Chávez Moguel**  
Director de Protección Ambiental

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-I01-FB

Página 2 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-068**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente: UNICACH  
Atención: Dr. Sergio Mendoza López  
Dirección: Libramiento Norte Poniente S/N, Caleras Maciel  
Ciudad: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
C.P.: 29000  
Teléfonos: 60 4 82 81

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra: Tributario Bombana "Estación 4"  
Muestreado por: Ing. Yarian Espinosa C./Ing. Franklin Avendaño V.  
Tipo de muestra: Agua de Río  
Código de muestra: AN-0609-062  
Fecha de muestreo: 16/06/09  
Fecha de recepción: 16/06/09  
Fecha de análisis: 17/06/09 al 03/07/09  
Fecha de reporte: 07/07/09  
Hora de muestreo: 13:28

**PARAMETROS DE CAMPO**

PARAMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
pH	—	NMX-AA-008-SCFI-2000	8.53
Conductividad	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000	503
Temperatura	°C	NMX-AA-007-SCFI-2001	23.8
Oxígeno Disuelto	mg/l	NMX-AA-012-SCFI-2001	7.74

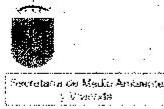
C. c. p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.

Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 1 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
FOLIO: LMA-09-068**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	—	NMX-AA-028-SCFI-2001	2.985
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	—	NMX-AA-030-SCFI-2001	< 19.884
Nitritos	mg/L	0.00054	NMX-AA-099-SCFI-2006	0.00703*
Nitratos	mg/L	0.0987	NMX-AA-079-SCFI-2001	1.0092
Turbiedad	NTU	—	NMX-AA-038-SCFI-2001	47.18
Fósforo Total	mg/L	0.013	NMX-AA-029-SCFI-2001	0.066918*
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	—	NMX-AA-034-SCFI-2001	68
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	—	NMX-AA-034-SCFI-2001	372
Cloruros	mg/L	—	NMX-AA-073-SCFI-2001	16.229
Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/L	—	NMX-AA-039-SCFI-2001	< 0.1
Dureza Total	mg/L	—	NMX-AA-072-SCFI-2001	299.02
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	—	NMX-AA-102-SCFI-2006	5.8X10 <sup>4</sup>
Coliformes Totales	UFC/100 ml	—	NMX-AA-102-SCFI-2006	>2X10 <sup>5</sup>

\*Valor Estimado  
LDM: Límite de detección del método  
ND: No Detectable

Sin otro particular, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

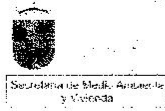
**QFB. Rosario Chávez Moguel**  
Coordinadora del Laboratorio

C. c. p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 2 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**FOLIO: LMA-09-076**

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente: UNICACH  
Atención: Dr. Sergio Méndoz López  
Dirección: Libramiento Norte Poniente S/N, caleras Maciel  
Ciudad: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
C.P.: 29000  
Teléfonos: 60 48281

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra: Riel de la Presa Bombaná  
Muestreado por: Ing. Yarian de J. Espinosa Castañeda  
Tipo de muestra: Sedimentos  
Código de muestra: SS -0709-070  
Fecha de muestreo: 15/07/09  
Fecha de recepción: 16/07/09  
Fecha de análisis: 16/08/09 al 03/08/09  
Fecha de reporte: 07/08/09  
Hora de muestreo: 11:30

**ANALISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Hidrocarburos Fracción media	mg/kg	2.78	NMX-AA-145-SCFI-2008	3.90

**Nota:** En la muestra se detectan compuestos en la ventana de tiempo de los Hidrocarburos fracción media; sin embargo, no todos los compuestos detectados son hidrocarburos.

**Metales Pesados**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Arsénico	mg/kg B.S.	0.16129	EPA-7072	2.52073
Cadmio	mg/kg B.S.	2.63226	EPA-7000B	<LDM
Cobre	mg/kg B.S.	2.64516	EPA-7000B	26.0004*
Cromo Total	mg/kg B.S.	2.64516	EPA-7000B	299.2101
Mercurio	mg/kg B.S.	0.03937	EPA-7471B	<LDM
Níquel	mg/kg B.S.	1.74194	EPA-7000B	339.5311
Plomo	mg/kg B.S.	28.5484	EPA-7000B	26.0198*
Zinc	mg/kg B.S.	0.77419	EPA-7000B	59.4886

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-I01-FB

Página 1 de 2





SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

FOLIO: LMA-09-076

**Plaguicidas**

PARÁMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Hexaclorobenceno	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Alfa BHC	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Gama BHC (Lindano)	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Beta BHC	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Delta BHC	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Heptacloro	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Aldrin	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Hepóxido de heptacloro	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Endosulfan I	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
DDE	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Dieldrin	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Endrin	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
DDD	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Endosulfan II	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Endrin aldehido	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
DDT	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Endosulfan sulfato	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Metoxicloro	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Endrin Cetona	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM

**Compuestos Semivolátiles**

COMPUESTO ENCOTRADO	TIEMPO DE RETENCION	MÉTODO	TIPO DE PRODUCTO
Tetratetracontane	19.837	EPA8270	Se encuentra en ungüentos, como lubricante y antiinflamatorios.
Heneicosane, 11-(1-Ethylpropyl)	18.526	EPA8270	Compuesto con características desconocidas.

\*Valor Estimado  
LDM: Límite de detección del método  
ND: No Detectable

Sin otro particular, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

QFB. Rosalva Chávez Moguel  
Coordinadora del Laboratorio

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 2 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

FOLIO: LMA-09-077

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente: UNICACH  
 Atención: Dr. Sergio Méndez López  
 Dirección: Libramiento Norte Poniente S/N, caleras Maciel  
 Ciudad: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
 C.P.: 29000  
 Teléfonos: 60 48281

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra: Canal derivador de la Presa Bombaná  
 Muestreado por: Ing. Yarian de J. Espinosa Castañeda  
 Tipo de muestra: Sedimentos  
 Código de muestra: SS-0709-071  
 Fecha de muestreo: 15/07/09  
 Fecha de recepción: 16/07/09  
 Fecha de análisis: 16/08/09 al 03/08/09  
 Fecha de reporte: 07/08/09  
 Hora de muestreo: 11:45

**ANALISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	METODO	RESULTADO
Hidrocarburos Fracción media	mg/kg	2.78	NMX-AA-145-SCFI-2008	3.41

Nota: En la muestra se detectan compuestos en la ventana de tiempo de los Hidrocarburos fracción media; sin embargo, no todos los compuestos detectados son hidrocarburos.

**Metales Pesados**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	METODO	RESULTADO
Arsénico	mg/kg B.S.	0.21368	EPA-7072	1.67569
Cadmio	mg/kg B.S.	3.48718	EPA-7000B	<LDM
Cobre	mg/kg B.S.	3.50427	EPA-7000B	32.7115*
Cromo Total	mg/kg B.S.	3.50427	EPA-7000B	267.5426
Mercurio	mg/kg B.S.	0.04545	EPA-7471B	<LDM
Níquel	mg/kg B.S.	2.30769	EPA-7000B	337.5254
Plomo	mg/kg B.S.	28.547	EPA-7000B	33.1333*
Zinc	mg/kg B.S.	1.02564	EPA-7000B	70.0569



C. c. p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
 Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 1 de 3



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**FOLIO: LMA-09-077**

**Plaguicidas**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	METODO	RESULTADO
Hexaclorobenceno	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Alfa BHC	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Gama BHC (Lindano)	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Beta BHC	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Delta BHC	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Heptacloro	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Aldrin	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Hepóxido de heptacloro	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Endosulfan I	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
DDE	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Dieldrin	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Endrin	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
DDD	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Endosulfan II	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Endrin aldehido	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
DDT	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Endosulfan sulfato	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Metoxicloro	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM
Endrin Cetona	mg/kg	---	EPA 8081 B	<LDM

PARA CONSULTA AL PÚBLICO



C. c. p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 2 de 3



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

FOLIO: LMA-09-077

**Compuestos Semivolátiles**

COMPUESTO ENCOTRADO	TIEMPO DE RETENCION	MÉTODO	TIPO DE PRODUCTO
Cholestan-301,(3-Beta, 5 Beta)	19.580	EPA8270	Se forma a partir de la biohidrogenación del colesterol en el intestino de animales y aves. Es un biomarcador de la presencia de material fecal humano en el medio ambiente.
Heneicosane, 11- (1-Ethylpropyl)	18.526	EPA8270	Compuesto con características desconocidas.
Tetrateracontane	19.827	EPA8270	Se usa como unguento, como lubricante y anti-inflamatorio.
Beta-Sitosterol	21.029	EPA8270	Se distribuye ampliamente en el reino vegetal, esta en semillas de aguacate, calabaza entre otras.
Cholesta-6,22,24-Triene, 4,4 dymethyl	20.650	EPA8270	Compuesto con características desconocidas.
4,4,6A,6B,8A,11,11,14B-octamethyl 1,4,4A,5,6,6A, 6B,7,8,8A,9,10,11,12,12A	21.247	EPA8270	Compuesto con características desconocidas.
Friedelan-3-one	22.364	EPA8270	Se Extrae del pygeum y es usado como medicamento herbolario.

\*Valor Estimado  
LDM: Límite de detección del método  
ND: No Detectable

Sin otro particular, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

*Rosario Chávez Moguel*  
QFB. Rosario Chávez Moguel  
Coordinadora del Laboratorio

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 3 de 3



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

FOLIO: LMA-09-078

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente: UNICACH  
Atención: Dr. Sergio Méndez López  
Dirección: Libramiento Norte Poniente S/N, caleras Maciel  
Ciudad: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
C.P.: 29000  
Teléfonos: 60 48281

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra: Zona de Sedimentación 2  
Muestreado por: Ing. Yarian de J. Espinosa Castañeda  
Tipo de muestra: Sedimentos  
Código de muestra: SS -0709-072  
Fecha de muestreo: 15/07/09  
Fecha de recepción: 16/07/09  
Fecha de análisis: 16/08/09 al 03/08/09  
Fecha de reporte: 07/08/09  
Hora de muestreo: 11:55

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Hidrocarburos Fracción media	mg/kg	2.78	NMX-AA-145-SCFI-2008	2.91

Nota: En la muestra se detectan compuestos en la ventana de tiempo de los Hidrocarburos fracción media; sin embargo, no todos los compuestos detectados son hidrocarburos.

**Metales Pesados**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Arsénico	mg/kg B.S.	0.13369	EPA-7072	1.58829
Cadmio	mg/kg B.S.	2.18182	EPA-7000B	<LDM
Cobre	mg/kg B.S.	2.19251	EPA-7000B	15.3975*
Cromo Total	mg/kg B.S.	2.19251	EPA-7000B	133.0221
Mercurio	mg/kg B.S.	0.03185	EPA-7471B	<LDM
Níquel	mg/kg B.S.	1.44385	EPA-7000B	182.9544
Plomo	mg/kg B.S.	17.861	EPA-7000B	30.8964*
Zinc	mg/kg B.S.	0.64171	EPA-7000B	40.0985

*[Handwritten signature]*

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 1 de 2



SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

FOLIO: LMA-09-078

**Plaguicidas**

COMPUESTO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO	RESULTADO
Hexaclorobenceno	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Alfa BHC	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Gamma BHC (Lindano)	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Beta BHC	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Delta BHC	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Heptacloro	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Aldrin	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Hepóxido de heptacloro	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Endosulfan I	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
DDE	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Dieldrin	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Endrin	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
DDD	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Endosulfan II	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Endrin aldehido	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
DDT	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Endosulfan sulfato	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Metoxicloro	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Endrin Cetona	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM

**Compuestos Semivolátiles**

COMPUESTO ENCOTRADO	TIEMPO DE RETENCION	MÉTODO	TIPO DE PRODUCTO
Decane, 2,4,6 Trimethyl	14.038	EPA8270	Usado en aparatos domésticos, artesanías y productos industriales, tiene neurotoxinas y agentes cancerígenos, toxicidad en órganos no reproductores.
Octane, 2,3,3, Trimethyl	14.033	EPA8270	Compuesto con características desconocidas
Heptadecane, 2,6,10,15 Tetramethyl	14.840	EPA8270	Compuesto con características desconocidas.

\*Valor Estimado  
LDM: Limite de detección del método  
ND: No Detectable

Sin otro particular, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

**QFB. Rosano Chávez Moguel**  
Coordinadora del Laboratorio

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y excluivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

FOLIO: LMA-09-079

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente: UNICACH  
Atención: Dr. Sergio Méndez López  
Dirección: Libramiento Norte Poniente S/N, caleras Maciel  
Ciudad: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
C.P.: 29000  
Teléfonos: 60 48281

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra: Zona de Sedimentación 2  
Muestreado por: Ing. Yarian de J. Espinosa Castañeda  
Tipo de muestra: Sedimentos  
Código de muestra: SS -0709-073  
Fecha de muestreo: 15/07/09  
Fecha de recepción: 16/07/09  
Fecha de análisis: 16/08/09 al 03/08/09  
Fecha de reporte: 07/08/09  
Hora de muestreo: 12:15

**ANALISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	METODO	RESULTADO
Hidrocarburos Fracción media	mg/kg	2.78	NMX-AA-145-SCFI-2008	<LDM

**Metales Pesados**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	METODO	RESULTADO
Arsénico	mg/kg B.S.	0.14881	EPA-7072	1.43206
Cadmio	mg/kg B.S.	2.42857	EPA-7000B	<LDM
Cobre	mg/kg B.S.	2.44048	EPA-7000B	18.0003*
Cromo Total	mg/kg B.S.	2.44048	EPA-7000B	146.1250
Mercurio	mg/kg B.S.	0.03145	EPA-7471B	<LDM
Níquel	mg/kg B.S.	1.60714	EPA-7000B	171.8518
Plomo	mg/kg B.S.	19.881	EPA-7000B	37.9946*
Zinc	mg/kg B.S.	0.71429	EPA-7000B	35.5763

*Handwritten signature*

C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-I01-FB

Página 1 de 2



**SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental**

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

**FOLIO: LMA-09-80**

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos del cliente**

Nombre del Cliente: UNICACH  
 Atención: Dr. Sergio Méndozza López  
 Dirección: Libramiento Norte Poniente S/N, caleras Maciel  
 Ciudad: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
 C.P.: 29000  
 Teléfonos: 60 48281

**Datos de la muestra**

Identificación de la muestra: Pegado a la Cortina  
 Muestreado por: Ing. Yarian de J. Espinosa Castañeda  
 Tipo de muestra: Sedimentos  
 Código de muestra: SS -0709-074  
 Fecha de muestreo: 15/07/09  
 Fecha de recepción: 16/07/09  
 Fecha de análisis: 16/08/09 al 03/08/09  
 Fecha de reporte: 07/08/09  
 Hora de muestreo: 12:30

**ANALISIS DE LABORATORIO**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Hidrocarburos Fracción media	mg/kg	2.78	NMX-AA-145-SCFI-2008	9.19

*Nota:* En la muestra se detectan compuestos en la ventana de tiempo de los Hidrocarburos fracción media; sin embargo, no todos los compuestos detectados son hidrocarburos.

**Metales Pesados**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	MÉTODO	RESULTADO
Arsénico	mg/kg B.S.	0.16234	EPA-7072	1.43206
Cadmio	mg/kg B.S.	2.64935	EPA-7000B	<LDM
Cobre	mg/kg B.S.	2.66234	EPA-7000B	18.0003*
Cromo Total	mg/kg B.S.	2.66234	EPA-7000B	146.1250
Mercurio	mg/kg B.S.	0.03817	EPA-7471B	<LDM
Níquel	mg/kg B.S.	1.75325	EPA-7000B	171.8518
Plomo	mg/kg B.S.	21.6883	EPA-7000B	37.9946*
Zinc	mg/kg B.S.	0.77922	EPA-7000B	35.5763



C.c.p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
 Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 1 de 2





SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental

**¡HECHOS,  
NO PALABRAS!**

FOLIO: LMA-09-80

**Plaguicidas**

PARAMETRO	UNIDADES	LDM	METODO	RESULTADO
Hexaclorobenceno	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Alfa BHC	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Gamma BHC (Lindano)	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Beta BHC	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Delta BHC	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Heptacloro	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Aldrin	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Hepóxido de heptacloro	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Endosulfan I	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
DDE	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Dieldrin	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Endrin	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
DDD	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Endosulfan II	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Endrin aldehido	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
DDT	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Endosulfan sulfato	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Metoxicloro	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM
Endrin Cetona	mg/L	---	EPA 8081 B	<LDM

**Compuestos Semivolátiles**

COMPUESTO ENCONTRADO	TIEMPO DE RETENCION	METODO	TIPO DE PRODUCTO
Heptasiloxane, Hexadecamethyl	16.360	EPA8270	Compuesto con características desconocidas
Heneicosane, 11-(1 Ethylpropyl)	18.527	EPA8270	Compuesto con características desconocidas

\*Valor Estimado  
LDM: Límite de detección del método  
ND: No Detectable

Sin otro particular, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

**QFB. Rosario Chávez Moguel**  
Coordinadora del Laboratorio

C. c. p. Archivo/Minutario

Nota 1 Los datos obtenidos son representativos única y exclusivamente de la muestra analizada.  
Nota 2 Este informe de resultados es único y no puede ser reproducido parcialmente sin autorización del laboratorio

PIR-LMA-101-FB

Página 2 de 2

## 8.7. OTROS

### 8.7.1. Diagramas y gráficos

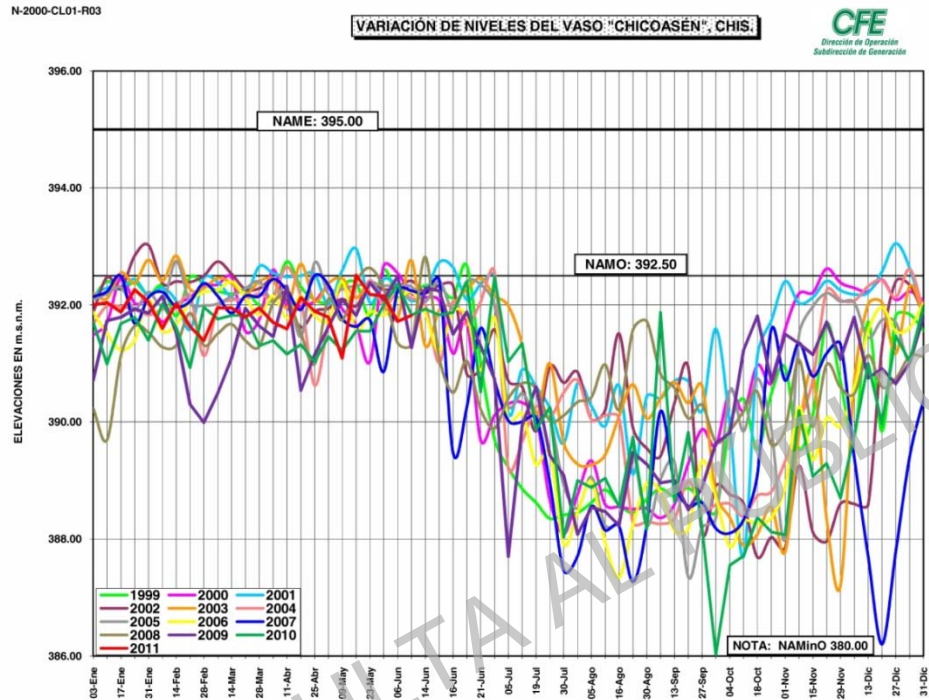


Figura 8.13 Funcionamiento del embalse Chicoasén en el periodo 1999-2011

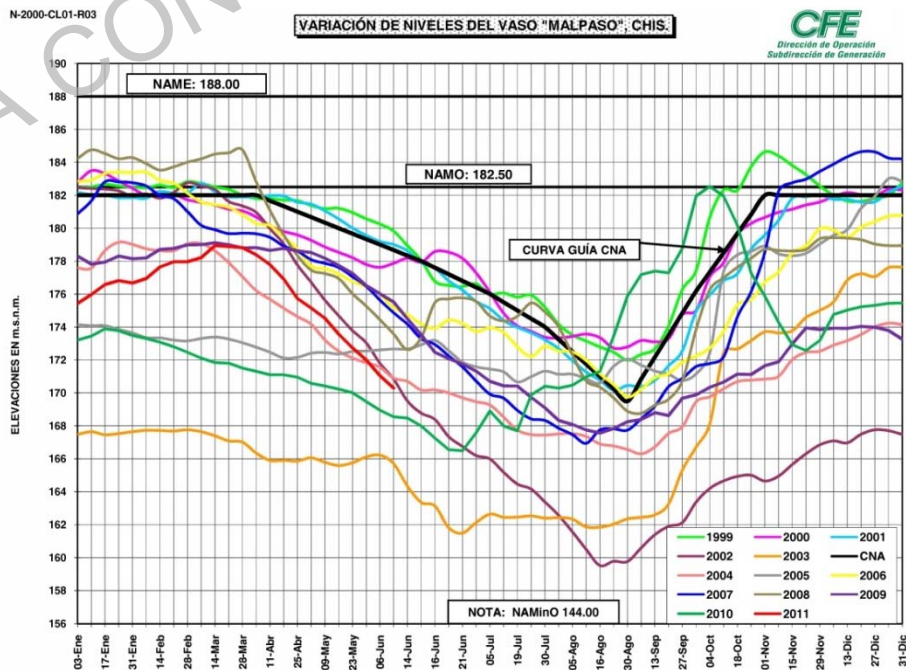


Figura 8.14 Funcionamiento del embalse Malpaso en el periodo 1999-2011

### 8.7.2. Explicación de modelos matemáticos

### 8.7.3. Análisis estadísticos

#### 8.7.3.1. Registros estaciones hidrométricas

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Q medio
1979	5,74	5,37	3,94	3,26	3,7	6,29	9,09	16,8	41,20	18,00	11,60	14,80	11,65
1980	5,24	5,10	4,22	3,01	3,28	8,38	8,65	9,06	20,40	18,20	11,90	7,62	8,76
1981	4,29	7,32	4,72	3,02	3,41	16,90	28,10	34,20	26,50	20,70	9,05	4,86	13,59
1982	4,96	4,47	4,34	3,75	6,52	9,93	8,05	9,55	22,80	20,80	11,80	6,11	9,42
1983	3,28	2,48	2,31	2,10	1,40	1,54	8,59	8,06	30,50	4,89	2,87	2,71	5,89
1984	4,94	3,47	3,94	3,26	3,70	10,26	11,97	13,96	24,14	22,39	12,98	8,71	10,31
1989	3,72	5,29	3,00	1,61	1,66	11,50	9,76	11,10	42,60	32,20	6,98	6,36	11,32
1990	5,35	5,02	5,42	4,30	4,04	6,60	8,98	6,06	9,63	8,22	21,80	27,60	9,42
1991	5,56	7,18	3,50	3,36	3,37	12,50	14,90	5,59	9,45	14,70	8,54	10,00	8,22
1992	6,75	3,72	2,51	2,16	2,23	14,68	13,87	15,13	18,86	23,60	13,05	9,39	10,49
1993	5,92	4,75	3,60	2,55	2,67	14,70	15,90	15,70	20,90	14,70	10,00	5,80	9,77
1994	8,42	6,34	4,86	3,64	3,05	4,36	4,94	15,14	9,53	10,51	5,61	4,14	6,71
1995	3,32	3,36	2,85	2,76	2,68	9,17	13,42	29,79	35,10	50,39	12,83	8,91	14,55
1996	9,05	6,17	4,65	5,67	5,58	13,87	24,88	24,22	13,93	23,71	23,78	7,46	13,58
1997	4,87	6,70	3,35	2,81	2,82	6,88	8,35	4,49	9,00	18,83	10,09	5,90	7,01
1998	4,17	3,11	2,55	2,07	1,80	2,81	9,80	8,91	27,42	27,67	30,38	8,58	10,77
1999	6,85	7,80	4,39	3,96	4,71	11,33	14,75	21,33	41,72	44,17	19,25	9,52	15,81
2000	8,43	5,51	4,38	3,93	11,07	25,03	10,05	17,40	39,31	27,58	10,01	8,98	14,31
2001	6,98	7,71	5,28	4,73	4,65	7,35	7,64	10,66	29,46	23,06	12,10	8,63	10,69
2002	4,93	7,61	5,66	3,18	2,51	8,77	9,12	4,83	27,46	19,13	13,56	14,27	10,09
2003	7,69	4,19	3,35	3,39	2,81	8,59	7,60	13,96	24,14	22,39	12,98	8,71	9,98
Q medio	5,74	5,37	3,94	3,26	3,70	10,07	11,83	14,09	24,95	22,18	12,91	9,00	10,53

Tabla 8.9 Gastos medios mensuales y anuales registrados en la EH La Esperanza

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1971	232,2	174,1	148,9	128,1	131,3	247,8	387,7	895,1	1198,3	1103,6	479,3	289,8	451,4
1972	198,9	155,4	121,1	108,1	135,8	425,8	491,9	569,4	576,4	462,8	273,5	190,0	309,1
1973	131,6	106,5	79,6	77,5	83,2	336,0	417,8	1376,6	1520,2	1437,1	618,2	362,4	545,6
1974	207,9	159,8	135,5	109,0	52,8	76,8	147,5	72,8	265,0	124,9	57,6	40,4	120,8
1975	30,1	27,1	22,3	19,6	22,8	65,2	81,2	109,0	212,5	91,1	95,6	215,6	82,7
1976	258,7	248,0	231,5	239,3	253,4	517,2	652,6	712,5	667,2	458,5	300,7	172,6	392,7
1977	412,5	490,6	407,2	413,9	371,8	337,4	475,8	683,6	750,6	670,0	627,7	499,5	511,7
1978	498,5	566,9	160,6	248,9	486,6	371,6	589,8	420,2	414,2	434,4	553,8	628,0	447,8
1979	555,0	317,4	361,7	337,4	249,2	437,0	649,4	812,7	914,4	801,5	713,8	540,2	557,5
1980	636,9	161,3	221,9	224,4	13,5	10,4	80,8	186,4	432,9	454,8	378,8	374,3	264,7



Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1981	392,8	406,6	340,0	509,6	438,7	370,2	254,7	370,7	420,9	425,9	587,9	638,5	429,7
1982	603,7	506,2	553,6	379,2	418,4	493,8	516,6	535,5	588,7	494,5	473,4	288,1	487,6
1983	408,1	477,9	426,5	514,3	392,1	360,6	240,6	290,6	401,9	468,7	533,2	421,1	411,3
1984	425,5	449,0	445,7	416,7	389,3	251,5	181,6	293,2	442,2	530,7	645,5	398,6	405,8
1985	524,8	532,4	510,9	423,7	446,5	406,9	415,2	345,5	381,7	643,1	653,6	564,5	487,4
1986	499,5	383,1	306,8	416,3	418,9	290,7	164,1	240,7	273,5	326,6	286,0	221,8	319,0
1987	246,2	274,2	297,1	213,3	299,0	239,0	159,7	148,1	239,7	300,5	391,1	300,8	259,1
1988	356,6	339,8	320,1	295,3	254,1	196,5	227,5	265,2	344,5	394,9	365,3	236,7	299,7
1989	345,8	305,2	356,6	348,9	442,7	386,3	402,0	413,7	448,7	338,7	389,7	320,7	374,9
1990	369,9	348,6	378,4	451,7	470,4	388,1	351,3	311,0	185,2	158,1	231,2	295,9	328,3
1991	249,8	193,2	251,5	321,6	317,8	305,4	199,8	171,6	135,0	223,1	326,1	215,0	242,5
1992	158,5	157,7	247,0	235,2	420,1	449,6	314,3	229,6	310,0	280,9	172,6	244,2	268,3
1993	356,8	400,3	441,7	317,5	368,1	235,1	229,1	320,0	475,2	525,9	405,8	281,8	363,1
1994	213,5	429,5	517,3	325,7	375,5	340,2	150,8	106,7	82,0	77,9	132,9	183,6	244,6
1995	163,0	195,0	222,0	337,0	338,0	304,0	284,0	510,0	907,0	632,0	641,0	534,0	422,3
1996	459,2	452,3	507,5	420,3	508,1	587,8	668,8	427,3	464,5	512,9	529,7	423,7	496,9
1997	459,1	388,1	354,4	364,5	409,4	524,1	214,1	193,9	331,8	373,9	378,3	333,8	360,4
1998	298,2	306,9	375,2	330,9	436,0	480,1	510,8	323,2	464,4	243,0	257,5	286,6	359,4
1999	289,7	302,7	386,6	407,7	376,1	461,0	560,1	531,7	790,9	960,1	694,5	674,4	536,3
2000	539,3	642,5	701,9	655,4	754,3	649,0	669,5	656,4	680,6	615,5	497,5	348,9	617,6
2001	487,8	464,6	564,3	507,0	556,1	550,6	394,8	386,4	552,9	489,3	555,9	480,5	499,2
2002	425,1	386,9	252,3	229,5	295,8	374,3	289,1	314,9	390,6	501,3	310,2	203,5	331,1
2003	275,9	277,9	209,4	258,9	266,6	76,0	126,4	108,7	298,2	294,0	115,6	113,1	201,7
2004	70,5	51,8	108,7	272,0	376,6	333,9	347,5	345,2	335,4	244,5	333,9	297,2	259,8
2005	167,0	238,0	166,0	339,0	344,0	252,0	439,0	623,0	554,0	1021,0	545,0	526,0	434,5
2006	409,0	335,0	595,0	484,0	606,0	620,0	566,0	566,0	724,0	502,0	487,0	362,0	521,3
2007	261,0	191,0	392,0	287,0	194,0	180,0	175,0	196,0	448,0	501,0	111,0	22,6	246,6
2008	18,4	20,5	141,0	733,0	805,0	702,0	566,0	558,0	925,0	604,0	476,0	355,0	492,0
2009	381,0	460,0	421,0	439,0	288,0	361,0	388,0	419,0	372,0	330,0	159,0	135,0	346,1

Tabla 8.10 Gastos medios mensuales y anuales registrados en la EH La Esperanza

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1981	353,8	364,5	312,8	453,3	396,3	317,2	211,7	305,0	357,8	362,2	518,3	566,3
1982	556,4	484,0	519,9	367,4	398,7	455,9	482,0	488,7	528,6	432,7	428,9	259,7
1983	375,9	444,6	400,8	483,2	361,6	331,3	215,4	259,0	358,3	426,8	492,1	376,5
1984	384,9	424,9	408,6	398,1	327,1	286,5	182,8	223,3	340,2	479,0	567,0	347,1
1985	465,7	498,5	514,8	387,0	452,7	420,6	407,6	327,2	361,8	583,1	577,1	496,5
1986	445,6	355,5	333,3	408,6	356,1	272,6	204,9	273,7	300,4	341,7	279,4	222,4
1987	261,6	259,9	265,4	260,0	260,0	212,3	129,8	123,1	231,8	290,9	346,7	268,4
1988	328,3	319,4	288,6	267,2	231,4	177,5	185,4	204,6	303,6	334,6	323,2	206,8
1989	308,8	261,7	319,2	314,7	406,8	346,1	371,6	377,6	390,1	278,8	355,3	297,2
1990	337,3	312,6	348,1	420,7	434,4	351,7	309,0	273,1	156,2	130,9	183,5	242,2
1991	221,3	169,4	217,9	295,9	288,2	258,2	171,2	148,0	100,9	181,1	301,0	183,3
1992	136,6	141,9	232,0	229,0	416,4	433,4	294,1	203,9	277,5	246,4	147,6	221,8
1993	316,7	368,5	399,5	313,0	338,3	193,4	186,2	288,1	431,0	495,7	382,5	264,3
1994	182,8	382,6	454,9	313,3	322,5	282,3	122,9	77,3	58,4	54,8	105,9	152,3

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	124,6	157,0	186,5	290,7	292,9	259,5	238,2	418,8	776,7	524,6	578,4	472,0
1996	415,2	427,6	464,1	387,3	463,0	525,1	584,7	362,5	412,8	445,8	466,8	384,9
1997	425,3	291,1	325,7	330,7	373,7	474,5	180,2	169,1	292,5	323,4	339,7	299,3
1998	267,9	275,3	340,8	298,1	395,5	437,5	458,4	244,5	353,2	193,5	199,2	250,3
1999	267,4	279,4	367,6	392,2	360,9	440,5	511,9	484,8	692,1	917,9	625,1	606,5
2000	444,7	622,9	646,9	603,0	673,3	565,8	607,5	584,7	577,6	551,7	443,9	299,6
2001	436,4	406,8	510,3	460,4	499,9	493,5	341,2	339,9	468,4	409,5	484,2	428,9
2002	395,8	351,8	220,4	211,3	281,2	338,9	262,7	292,1	345,0	457,1	269,6	173,0
2003	246,4	255,7	185,0	243,1	238,8	53,5	98,8	84,2	252,5	236,6	79,6	87,7
2004	43,8	31,8	82,7	239,5	333,6	294,1	291,8	298,9	286,9	196,3	277,4	237,8

Tabla 8.11 Matriz de extracciones del embalse Chicoasén en m<sup>3</sup>/s

### 8.7.4. Glosario de términos

Alpha de Fisher ( $\alpha$ ): Es un índice de diversidad que ha mostrado ser consistente a variaciones de abundancia comparado con otros índices de diversidad, y es cada vez más usado en comparaciones de diversidad florística entre parcelas. Es robusto aun en comparaciones de muestras con número diferente de tallos y tamaño de parcela (García-Villacorta, 2009).

Densidad Socioeconomico: Es la relación entre el número de personas que habita un territorio determinado y la superficie del mismo. El cociente resultante se expresa como número de habitantes por kilómetro cuadrado.

Densidad flora: Es el número de especies por área de recolección. La densidad de especies es la medida más comúnmente utilizada de riqueza de especies, especialmente en el caso de los botánicos (Marrugan, 1989).

Densidad relativa: Aplica cuando, por impedimentos diversos, no es factible realizar censos totales y se recurre a una cantidad determinada de muestras (Franco-López, et al., 1996).

Diversidad de Especies: Es una característica única del nivel de organización biológica de la comunidad. Si una comunidad está compuesta por muy pocas especies, o si solamente pocas especies son abundantes, la diversidad de especies es baja. Las medidas de diversidad consideran dos factores: riqueza de especies, que es el número de especies y uniformidad, esto es, en qué medida las especies son abundantes por igual (Brower, et al., 1989; Magurran, 1989).

Dominancia: Es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie (Franco-López, et al., 1996). Las medidas de dominancia están referidas como un grupo de índices de heterogeneidad ya que se ponderan según la abundancia de las especies más comunes más que a partir de una medida de riqueza de especies (Marrugan, 1989).

Dominancia relativa: Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies. Se obtiene multiplicando la dominancia de una especie por 100 y dividiendo el producto entre la dominancia total para todas las especies (Franco-López, et al., 1996).

Frecuencia: Es el número de muestras en las que se encuentra una especie. Para obtenerla se suma el número de puntos en que aparece una especie y se divide entre el total de puntos muestreados (Franco-López, et al., 1996).

**Frecuencia Relativa:** Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies, y es otra técnica común para la estimación de la abundancia. Se obtiene multiplicando la frecuencia de una especie por 100 y dividiendo el producto entre la frecuencia total de todas las especies (Magurran, 1989; Franco-López, 1996).

**Índice de Shannon-Weiner:** Se utilizó este índice debido a que toma en cuenta dos componentes de la diversidad: el número de especies y la equitatividad o uniformidad de la distribución del número de individuos en cada especie; de acuerdo con esto, un mayor número de especies incrementa la diversidad, al igual que una mayor uniformidad. El índice de Shannon-Weiner considera que los individuos se muestrean al azar a partir de una población "indefinidamente grande", esto es una población infinita (Magurran, 1989; Franco-López, 1996).

**Índice de Simpson (D):** Es un índice de diversidad cuya deducción se basa en el hecho de que, en una comunidad biológica muy diversa, la probabilidad de que dos organismos tomados al azar sean de la misma especie debe ser baja, cumpliéndose también el caso contrario (Franco-López, et al., 1996).

**Población económicamente activa:** Personas de 12 y más años que en la semana de referencia se encontraban ocupadas o desocupadas.

**Población económicamente inactiva:** Personas de 12 y más años que en la semana de referencia no realizaron alguna actividad económica ni buscaron trabajo. Se clasifica en: estudiantes; incapacitados permanentemente para trabajar; jubilados o pensionados; personas dedicadas a los quehaceres del hogar y otro tipo de inactividad.

**Riqueza de especies:** Se define como el número de especies por número de individuos especificados o biomasa. La riqueza de especies proporciona una medida de diversidad muy útil si el área de estudio puede delimitarse en espacio y tiempo y las especies integrantes enumerarse e identificarse (Franco-López, et al., 1996).

**Tasa de crecimiento exponencial:** Velocidad de crecimiento o ritmo de cambio (crecimiento o decrecimiento) de los efectivos de la población en un período de tiempo determinado.

**Tasa de emigración:** Número de emigrantes por cada mil habitantes en el lugar de destino, en un año determinado.

**Tasa de inmigración:** Número de inmigrantes por cada mil habitantes en el lugar de destino, durante un año determinado.

**Tasa de Mortalidad infantil:** Frecuencia con que ocurren las defunciones de niños menores de un año en relación con el número de nacimientos.

**Tasa bruta de natalidad:** Número de nacidos vivos por cada 1000 habitantes.

**Tasa bruta de mortalidad:** Frecuencia relativa de las muertes ocurridas en una población, dentro de un intervalo de tiempo específico. Se expresa por cada mil habitantes.

**Tasa de desempleo abierto (TDA):** Porcentaje que representa la población desocupada abierta respecto de la población económicamente activa. Es el resultado de dividir el número de personas desocupadas entre el total de población económicamente activa y multiplicar el resultante por cien.

Tasa de empleo: Muestra la relación de quienes están trabajando y aquellos que tienen la edad suficiente para hacerlo. Se calcula dividiendo la cantidad de empleados, entre la población en edad de trabajar, por cien.

Fuente: Glosario del Censo General de Población y Vivienda 2000. En: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/glosario/default.aspx?clvglo=cp&c=14060&s=est> (consultado 26 de mayo de 2010).

Uniformidad: Es una medida de diversidad, en ocasiones conocido como equitatividad, la cual evalúa en qué medida las especies son abundantes por igual. Una alta uniformidad, la cual acontece cuando las especies son iguales o virtualmente iguales en abundancia, convencionalmente se equipara con una elevada diversidad (Marrugan, 1989).

Valor de Importancia: Proporciona información de la influencia de una especie dentro de la comunidad; varía entre 0 y 300. Se obtiene sumando, de cada especie, sus valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia (Franco-López, et al., 1996).

Afluyente: Curso de agua que vierte a otro, generalmente más importante, Agua o líquido que entra en un lugar.

Albedo: Capacidad que tienen los cuerpos para reflejar la radiación solar. Se expresa mediante la relación (en porcentaje o cifra decimal) entre la total radiación recibida y la parte no absorbida, reflejada. Dícese de la medida correspondiente a la reflectividad lumínica de un objeto. Albedo 1 para la más reflectante y albedo 0 para la menos reflectante.

Ambiente: el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Antrópico: De origen o por acción humana

Aprovechamiento Sustentable: la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

Área de Estudio del Medio Físico y Natural: Es el área de influencia correspondiente al polígono que comprende 65 000 hectáreas y en donde influyen directamente los medios bióticos y abióticos.

Área de Estudio Sociopolítica: Es el área que corresponde a los municipios directamente involucrados para la ejecución del proyecto.

Área de Estudio: Espacio que comprende una superficie en el cual se realizaron los estudios correspondientes.

Áreas Naturales Protegidas: las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente ley.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

**Biodiversidad:** la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

**Biotecnología:** toda aplicación tecnológica que utilice recursos biológicos, organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.

**Capacidad de Carga Ambiental:** Respuesta de un ecosistema a las diversas actividades o acciones productivas del desarrollo, sin que se afecte su condición natural y/o aumente su fragilidad.

**Componentes ambientales críticos.** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Capítulo III Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables**

**Componentes ambientales relevantes.** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

**Contaminación:** la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

**Contaminante:** toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

**Contingencia Ambiental:** situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.

**Control:** inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este ordenamiento.

**Criterios Ambientales:** Los lineamientos y conceptos necesarios para preservar, restaurar y conservar el equilibrio de los ecosistemas y proteger al ambiente, en el marco del desarrollo sustentable.

**Criterios Ecológicos:** los lineamientos obligatorios contenidos en la presente ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental.

**Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

**Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.



**Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

**Desarrollo Sustentable:** el proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

**Desequilibrio Ambiental:** La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman al ambiente que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

**Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

**Desequilibrio Ecológico:** la alteración de las relaciones de Interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

**Diagnóstico Participativo.** Instrumento que nos permite conocer las percepciones, expectativas e intereses de los pobladores de un territorio respecto a un proyecto e identifica acciones que se pueden realizar para prevenir o remediar problemas y para que el proyecto contribuya más al desarrollo del territorio.

**Dinámica de poblaciones:** Estudio de las variaciones en la densidad de población.

**Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

**Ecosistema:** la unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre si y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

**Educación Ambiental:** proceso de formación dirigido a toda la sociedad, tanto en el ámbito escolar como en el ámbito extraescolar, para facilitar la percepción integrada del ambiente a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente. La educación ambiental comprende la asimilación de conocimientos, la formación de valores, el desarrollo de competencias y conductas con el propósito de garantizar la preservación de la vida.

a) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

**Elemento Natural:** los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre.

**Emergencia Ecológica:** situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas.

**Emisión Contaminante:** La generación o descarga de materia o energía en cualquier cantidad, estado físico o forma, que al incorporarse, acumularse o actuar en los sistemas biótico y abiótico, afecte o pueda afectar negativamente su composición o condición natural.

**Enfriamiento evaporativo:** Enfriamiento producido por el proceso de evaporación o transpiración. Generalmente se percibe en áreas circundantes a cuerpos de agua y áreas con vegetación significativa. La explicación de este fenómeno radica en que el cambio de estado físico del agua al pasar de líquido a vapor consume energía, lo que provoca dicho enfriamiento.

**Equilibrio Ecológico:** la relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

**Especialización Económica.** En este estudio se define como la actividad preponderante de un municipio y/o región. El indicador para definir la especialización de los municipios analizados es el índice de especialización.

**Especies de difícil regeneración:** Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

**Estudio de Impacto Ambiental:** Proceso de análisis de carácter interdisciplinario, basado en estudios de campo y gabinete, encaminado a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar los efectos de una obra, actividad o proyecto sobre el medio ambiente.

**Evaluación de Impacto Ambiental:** Es la identificación y valoración de los impactos (efectos) potenciales de proyectos, planes, programas o acciones normativas relativos a los componentes físico-químico, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno.

**Fauna Silvestre:** las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

**Flora Silvestre:** las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

**Flora y Fauna Acuáticas:** Las especies biológicas y elementos biogénicos que tienen como medio de vida temporal, parcial o permanente, las aguas del territorio del estado.

**Fragilidad Ambiental:** Condición actual de un ecosistema, parte de él o de sus componentes, en comparación a su condición natural clímax.

**Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

**Impacto ambiental residual.** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

**Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

**Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

**Impacto Ambiental:** modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

**Índice de Marginación.** El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar entidades federativas y municipios según el impacto global de las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

**Índice de Morbilidad.** Es un referente que establece el número de enfermos que existen en un territorio por cada mil habitantes.

**Índice de Potencial Económico.** Es un referente que expresa las posibilidades que tienen un municipio o región para impulsar la creación de negocios que impulsen la generación de empleos. La existencia de empleos bien pagados, nivel de educación y oferta educativa, importancia de los sectores dinámicos, buena infraestructura y gobierno eficiente.

**Inventario ambiental:** Es una descripción completa del medio tal y como es en un área donde se plantea ubicar una determinada actuación.

**Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

b) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.

c) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

d) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.

e) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.

**Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

**Manifestación del Impacto Ambiental:** el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

**Material Genético:** todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo, que contenga unidades funcionales de herencia.

**Material Peligroso:** elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los

recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas. Naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Medidas de mitigación. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medio abiótico: Conjunto de elementos abióticos de un área o que afectan a elementos del medio físico. Ej. clima, aire, suelos, geología, etc.

Medio biótico: Conjunto de los seres vivos de un área determinada.

Medio Físico o Medio Natural: Sistema constituido por los elementos y procesos del ambiente natural tal como lo encontramos en la actualidad y sus relaciones con la población.

Medio Socio-económico: Sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico culturales y económicas en general, de las comunidades humanas o de la población de un área determinada.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Norma Oficial Mexicana: La regla científica o tecnológica emitida por el ejecutivo federal, que deben aplicar los gobiernos del estado y de los municipios, en el ámbito de sus competencias.

Ordenamiento Ecológico: el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos.

Oscilación térmica: Diferencia entre los valores de temperatura máxima y temperatura mínima para cualquier escala de tiempo, esto es diaria, mensual, anual, etc. También se le conoce como amplitud térmica.

Patrimonio Cultural: El conjunto de manifestaciones producto de la obra conjunta o separada del hombre y de la naturaleza que contiene relevancia histórica, estética, paisajística, arquitectónica, urbanística, literaria, artística, pictográfica, tradicional, etnológica, científica, tecnológica o intelectual para la sociedad jalisciense.

Población Económicamente Activa (PEA). Personas de 12 y más años que en la semana de referencia se encontraban ocupadas o desocupadas

Preservación: el conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitat naturales.

Prevención: el conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

**Protección:** el conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

**Raster:** Tipo de archivo utilizado en el ambiente de los sistemas de información geográfica, el cual consiste en imágenes constituidas por una matriz de celdas, generalmente cuadradas, las cuales se pueden identificar por la intersección de columnas y renglones.

**Reciclaje:** El proceso por el cual los residuos son transformados en productos nuevos, de tal manera que pierden su identidad original y se convierten en materia prima de nuevos productos.

**Recurso Natural:** el elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

**Recursos Biológicos:** los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro componente biótico de los ecosistemas con valor o utilidad real o potencial para el ser humano.

**Recursos Genéticos:** el material genético de valor real o potencial;

**Región Ecológica:** la unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.

**Relleno Sanitario:** Sistema de ingeniería sanitaria para la disposición final de los residuos sólidos municipales en terrenos condicionados para tal efecto, de conformidad a las disposiciones normativas aplicables, con el objeto de proteger el medio de cualquier posible contaminación;

**Rescate Energético:** Es la recuperación con fines de reutilización de una parte de la energía que fue utilizada en los procesos productivos que anteceden a la generación de residuos;

**Residuo Incompatible:** Aquel que al entrar en contacto o ser mezclado con otro, reacciona produciendo calor o presión, fuego o evaporación, partículas, gases o vapores peligrosos, pudiendo ser esta reacción violenta.

**Residuo:** cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó;

**Residuos Peligrosos:** todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

**Residuos Sólidos Industriales:** Residuos sólidos que resultan de las actividades industriales y de servicios, que no se consideran peligrosos conforme la normatividad ambiental federal.

**Residuos Sólidos Municipales:** Residuos sólidos que resultan de las actividades domésticas y comerciales, no considerados como peligrosos, conforme la normatividad ambiental federal.

**Restauración:** conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

**Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

**Riesgo:** Posibilidad de pérdidas humanas, materiales y económicas, así como la afectación significativa al ambiente, que se pueda generar con motivo de los peligros naturales o antropogénicos existentes y la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas.

**Secretaría:** La secretaria de medio ambiente, recursos naturales y pesca;

**Sistema ambiental.** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Subempleo.** En este estudio se entiende por subempleo la situación en que las personas realizan actividades económicas y no reciben ingreso por sus trabajos.

**Temperatura máxima maximorum:** Es el valor máximo de temperatura que se ha presentado a una escala horaria o diaria durante la serie histórica de datos de una localidad en particular.

**Temperatura mínima minimorum:** Es el valor mínimo de temperatura que se ha presentado a una escala horaria o diaria durante la serie histórica de datos de una localidad en particular.

**Unidad ambiental (fauna):** Unidad definida en función del tipo de vegetación dominante en el sitio (ver Materiales y Métodos para Fauna).

**Unidad ambiental:** Las áreas en las que están zonificados polígonos, definidas por rasgos geomorfológicos y ecológicos específicos, georeferenciados, en condiciones de homogeneidad.

**Urgencia de aplicación de medidas de mitigación:** Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

**Vocación Natural:** condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos.

**Vulnerabilidad Ambiental:** Nivel de susceptibilidad de los ecosistemas o de alguno de sus componentes para soportar diferentes tipos y/o intensidades de impacto ambiental provenientes de las diversas acciones o actividades productivas del desarrollo o por efecto de los eventos naturales.

**Zona de influencia:** Se refiere a todo el área que queda por arriba de la cota de inundación y dentro del área de estudio.

**Zona de inundación:** Se refiere a la zona que quedará inundada una vez lleno el vaso de la presa.

**Densidad:** Es la relación entre el número de personas que habita un territorio determinado y la superficie del mismo. El cociente resultante se expresa como número de habitantes por kilómetro cuadrado.

**Tasa de crecimiento exponencial:** Velocidad de crecimiento o ritmo de cambio (crecimiento o decrecimiento) de los efectivos de la población en un período de tiempo determinado.

$$r = (1/h * \ln (pt + h/pt) * 100 \quad r = \text{Tasa media de crecimiento.}$$

$$TE = I/P * 1000$$

T= Tasa de inmigración.

E= Emigrantes.

P= Población total en el lugar de destino. **Tasa de**

**Emigración:** Número de emigrantes por cada mil habitantes en el lugar de destino, en un año determinado.

$$TI = I/P * 1000$$

T= Tasa de inmigración.

I= Inmigrantes.

P= Población total en el lugar de destino.

**Tasa de**

**Inmigración:** Número de inmigrantes por cada mil habitantes en el lugar de destino, durante un año determinado.

**Tasa de Mortalidad infantil:** Frecuencia con que ocurren las defunciones de niños menores de un año en relación con el número de nacimientos.

**Tasa bruta de natalidad:** Número de nacidos vivos por cada 1000 habitantes.

$$TBN = B/P * 1000$$

TBN = Tasa bruta de natalidad.

B= Nacimientos en un determinado año.

P= Población a la mitad del mismo año.

**Tasa bruta de mortalidad:** Frecuencia relativa de las muertes ocurridas en una población, dentro de un intervalo de tiempo específico. Se expresa por cada mil habitantes.

$$TBM = B/D * 1000$$

TBM = Tasa bruta de mortalidad

D= Defunciones.

P= Población a la mitad del mismo año.

**Población económicamente activa:** Personas de 12 y más años que en la semana de referencia se encontraban ocupadas o desocupadas.

**Población económicamente inactiva:** Personas de 12 y más años que en la semana de referencia no realizaron alguna actividad económica ni buscaron trabajo. Se clasifica en: estudiantes; incapacitados permanentemente para trabajar; jubilados o pensionados; personas dedicadas a los quehaceres del hogar y otro tipo de inactividad.

**Tasa de desempleo abierto (TDA):** Porcentaje que representa la población desocupada abierta respecto de la población económicamente activa. Es el resultado de dividir el número de personas desocupadas entre el total de población económicamente activa y multiplicar el resultante por cien.

Tasa de empleo: Muestra la relación de quienes están trabajando y aquellos que tienen la edad suficiente para hacerlo. Se calcula dividiendo la cantidad de empleados, entre la población en edad de trabajar, por cien .

Fuente: Glosario del Censo General de Población y Vivienda 2000. En: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/glosario/default.aspx?cvglo=cp&c=14060&s=est> (consultado 26 de mayo de 2010).

### 8.7.5. Referencias

Álvarez F. y J. L. Villalobos. 1998. Six new species of fresh-water crabs (Brachyura: Pseudothelphusidae) from Chiapas, Mexico. *Journal of Crustacean Biology* 18: 187-198.

Álvarez del Villar J. 1970. Peces mexicanos (Claves). Secretaría de Industria y Comercio. México. 166 pp.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2002. Norma Oficial Mexicana Nom-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Eschmeyer WN. 1998. Catalog of fishes. California Academy of Sciences, San Francisco, California. EU. Disponible en: <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html> (2008).

Miller RR, WL Minckley y SM Norris. 2005. Freshwater fishes of México. The University of Chicago Press. 490 pp.

Nelson JS. 2006. Fishes of the World. 4a ed. John Wiley & Sons Inc. Canada. 601 pp.

Rodríguez G y AE Smalley. 1969. Los cangrejos de agua dulce de México de la familia Pseudothelphusidae (Crustacea, Brachyura). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional*



Autónoma de México 40: 69-112. Soto Galera E. 2006. Ictiofauna de los corredores biológicos Sierra Madre del Sur y Selva Maya Zoque. Instituto Politécnico Nacional. Informe final SNIB-CONABIO proyecto Y026. México D. F.

Schmitter-Soto JJ, R Rodiles-Hernández, ME Valdéz-Moreno y DA Hendrickson. 2006. Evaluación del riesgo de extinción de los cíclidos mexicanos y de los peces de la frontera sur incluidos en la NOM-059. SNIB-CONABIO proyecto CK001. México D. F. 117 p.

Taylor JN y RR Miller. 1980. Two new cichlid fishes, genus *Cichlasoma*, from Chiapas, México. Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan. 693: 1-16

Velázquez-Velázquez E, S Contreras-Balderas, SE Domínguez-Cisneros y AE Gómez-González. En prensa. Riqueza y diversidad de peces continentales. En: Estudio de estado de la diversidad biológica en Chiapas. CONABIO/IDESMAC.

Villalobos A. 1955. Cambarinos de la fauna mexicana (Crustacea Decapoda). Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 290 p.

Villalobos J. L. 2005. Sistemática de los cangrejos de agua dulce de México, Tribu Pseudothelphusini Ortmann, 1897 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Pseudothelphusidae). Análisis filogenético, biogeográfico y descripción de especies nuevas. Tesis Doctoral, Posgrado en Ciencias

**COORDINADOR ADMINISTRATIVO GENERAL**

Dra. Sandra Urania Moreno Andrade

**COORDINADOR MIA CHICOASEN II**

Dr. Miguel Ángel Pérez Farrera

**PERSONAL FLORA TERRESTRE Y ACUATICA**

NOMBRES		CATEGORIA
Rubén Martínez Camilo		Coord de Flora Terrestre
Nayely Martínez Meléndez		Coord de Flora Acuática
Héctor Gómez Domínguez		Técnico de Campo
Jorge Martínez Meléndez		Técnico de Campo
Angelita López		Técnico de campo
Anahi Mendoza		Técnico de Campo
Evangelina López Molina		Técnico de Campo
Gabriel Zenteno Cruz		Servicio Social
Guadalupe Zenteno Cruz		Servicio Social
Sergio Jeu Betancurt Gordillo		Servicio Social
Paola del Carmen Coutiño Zamayoa		Técnico de campo
Fátima Estefania de paz Aceituno		Servicio Social
Luis Adrian Domínguez Martínez		Servicio Social
Lisset de Jesús García Ruiz		Servicio Social
Ernesto Ortiz Rodríguez		Servicio Social
Christian Ruiz Castillejos		Servicio Social
Mario Alberto del Barco Rodríguez		Técnico de Campo
Manuel Martínez Meléndez		Técnico de Campo

**PERSONAL JURIDICO**

NOMBRES	CATEGORIA
Alva Zoraida Maldonado Fonseca	Coord componente Jurídico
Lauro Vázquez Ramírez	Analista Especializado
Vianey Ozuna Molina	Analista s/experiencia
Antonio Sandoval	Analista Especializado

**PERSONAL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO Y PAISAJE**

NOMBRES	CATEGORIA
Horacio Morales Iglesias	Coordinador
Zaida Maritza López Camacho	Técnico
Marco Antonio Rabasa Domínguez	Tesista
Benjamín Gastón	Técnico
Adrian Sarabia Rangel	Técnico

**PERSONAL SOCIOECONOMICO**

NOMBRES	CATEGORIA
Sandra Urania Moreno Andrade	Coordinadora General
María Silvia Sanchez Cortez	Sub Coord. Socioeconómico
María Eugenia Escobar Hernandez	Técnico de Campo
Claudia Roveló Traslosheros	Apoyo Académico
Mercedes del Rosario Burguete Cal y Mayor	Apoyo Administrativo
Patricia Abrajan Hernández	Apoyo Técnico

**PERSONAL HIDROLOGICO**

NOMBRES	CATEGORIA
Sergio López Mendoza	Coordinador de Suelo y Agua
Adolfo León Gutiérrez	Técnico de Campo y Laboratorio
BIOCORES	Externo
ENRIQUE MAZA	INECOL

**FAUNA TERRESTRE Y ACUATICOS**

NOMBRES	CATEGORIA
Ernesto Velazquez Velasquez	Coord. Fauna de terrestre y acuática
Juan Esteban Martinez	Coord. Fauna terrestre
Yasminda Garcia del Valle	Coordinador de Mamíferos
Kaleb Zarate Galvez	Técnico de campo
Viridiana Llaven macias	Tesista
Ariosto de Jesus Urbina Ballinas	Tesista
Gloria Elizabeth Pérez Ramos	servicio social
Roberto Vidal López	Apoyo técnico
María Guadalupe Ramírez C.	Coord. Del Grupo de Aves
Yuyini Licon Vera	Tesista
Ruth Percino Daniel	Coord. De Anfibio y Reptil
Ever Ulises Vázquez Pérez	Técnico de campo
Yocoyani meza parral	Estancia académica
Wilber pozo Ventura	Tesista
Erika Magdalena Cruz Ocaña	Tesista
Sara E. Domínguez Cisneros	Coordinadora de peces

Manuel de Jesús Anzueto Calvo	Técnico de campo
Carlos Gordillo Macías	Técnico de campo
Jesús Manuel López Vila	Tesista
Edwin Rene Clemente cruz	Tesista
Cleofas García Morales	Tesista
Adan Gómez González	Técnico de laboratorio
Maritza Fabiola Maza Cruz	Servicio Social
Betsabe Méndez Gómez	Servicio social
Anelli Jhovanny García López	Servicio Social
María Isabel Velázquez García	Servicio Social

PARA CONSULTA AL PÚBLICO

## 9. Referencias Documentales

10. Banco de México, 2003. Ingresos por remesas familiares em 2003. Boletín de prensa 3 de febrero de 2004.
11. [www.banxico.mx](http://www.banxico.mx)
12. Calabró, C 2004. Chiapas. El ataque de Gringo Coyote Company. Ojarasca 85. La Jornada.
13. Consejo Nacional de Población y Vivienda
14. [www.coespo.gob.mx](http://www.coespo.gob.mx)
15. Distribuidora e impulsoara comercial conasupo
16. [www.diconsa.gob.mx](http://www.diconsa.gob.mx)
17. H. Ayuntamiento Municipal Constitucional de San Fernando. 2008. Plan Municipal de Desarrollo San Fernando. Documento interno.
18. H. Ayuntamiento Municipal Constitucional de Chicoasén. 2008. Plan de Desarrollo Municipal. Documento interno.
19. INEGI, 2009. Archivo de localidades históricas. México.
20. INEGI, 2005. II Censo Nacional de Población y Vivienda. México. INEGI, 2000. XII Censo de Población y Vivienda. México.
21. INEGI, 1995. I Censo Nacional de Población y Vivienda. México.
22. INEGI, 1990. XI Censo de Población y Vivienda. México.
23. INEGI, 1980. XII Censo de Población y Vivienda. México.
24. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, 2003. Enciclopedia de los Municipios de México. Chiapas. Secretaría de Gobernación. Gobierno del Estado de Chiapas.

25. Instituto de Población y Ciudades Rurales.2008. Diagnosticos Sociodemograficos Municipales: Chicoasén. Sitio Web de La Secretaría de Planeación y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Chiapas. Consultado el 20 de Agosto de 2009.
26. [Http: //www.coespo.chiapas.gob.mx/publicaciones](http://www.coespo.chiapas.gob.mx/publicaciones).
27. Instituto Nacional de Salud Pública 2007. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Resultados por Entidad Federativa. Chiapas.
28. Instituto de Población y Ciudades Rurales, 2008. Diagnóstico Sociodemográficos Municipales del Estado de Chiapas. Chicoasén 2008. Gobierno del Estado. México.
29. Instituto de Población y Ciudades Rurales, 2008. Diagnóstico Sociodemográficos Municipales del Estado de Chiapas. Osumacinta 2008. Gobierno del Estado. México.
30. Instituto de Población y Ciudades Rurales, 2008. Diagnóstico Sociodemográficos Municipales del Estado de Chiapas. San Fernando 2008. Gobierno del Estado. México.
31. Linares V. 2006. Algunos resultados de las inspecciones arqueológicas a las obras de la CFE en el noroeste de Chiapas. 273-283pp. En: Presencia Zoque: Una aproximación multidisciplinaria. 2006. UNICACH, UNACH, UNAM, CONACYT. México. 437pp.
32. Malo B.C. 1997. La dinámica de crecimiento demográfico de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez. En: Escobar, R. H. (Coord.) Aspectos urbanos y arquitectónicos de Tuxtla Gutiérrez. Cuadernos Urbanos de Arquitectura y Urbanismo 3. UNACH. México. P. 19-38.
33. Montiel, G. A. 1991. El impacto de la construcción de la Presa Hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres en el municipio de Chicoasén, Chiapas. Tesis de Licenciatura en Economía. Facultad de Ciencias Sociales.San Cristóbal de Las Casas. Universidad Autónoma de Chiapas. México. 177p.
34. Nolasco A.M. 1979. Migración municipal en México (1960-1970). SEP-INAH. México. 205p.

35. Pérez, R.E. 2005. Proceso migratorio definitivo de los campesinos afectados por el embalse de la presa hidroeléctrica “La Angostura” Venustiano Carranza, Chiapas. 1972-2001. Tesis Licenciatura en Economía. Facultad de Ciencias Sociales. San Cristóbal de Las Casas. Universidad Autónoma de Chiapas. México. 87p.
36. Santacruz, E., J.L. Montesillo y V. Palacio. 2008. Migración y remesas en el estado de Chiapas. Observatorio de la Economía Latinoamericana. 105.
37. <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2008/lcm.htm>
38. Secretaría de Comunicaciones y transportes, 2007.
39. Perfiles Municipales, 2008. Secretaría de Hacienda. Gobierno del Estado de Chiapas. <http://www.seieg.chiapas.gob.mx/perfiles/>
40. Secretaría de Desarrollo Social
41. <http://sedesol.gob.mx>
42. Secretaría de Planeación y Desarrollo Sustentable. 2006. Perfiles municipal de
43. Osumacinta. Sitio Web de La Secretaría de Planeación y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Chiapas. Consultado el 25 de Agosto de 2009. <Http://www.perfilesdgei.chiapas.gob.mx>.
44. Secretaría de Planeación y Desarrollo Sustentable. 2006. Perfiles municipal de Chicoasén. Sitio Web de La Secretaría de Planeación y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Chiapas. Consultado el 25 de Agosto de 2009. <Http://www.perfilesdgei.chiapas.gob.mx>.
45. Secretaría de Planeación y Desarrollo Sustentable. 2006. Perfiles municipal de San Fernando. Sitio Web de La Secretaría de Planeación y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Chiapas. Consultado el 25 de Agosto de 2009. <Http://www.perfilesdgei.chiapas.gob.mx>.
46. Valdés Vega María Eugénias. 2000. Regiones y votos en Chiapas. 237-262pp. En: La geografía del poder y las elecciones en México. 2000. Instituto Federal Electoral y Plaza Valdés S.A. de C.V. México. 287 pp.



47. Viqueira, J.P. 2003. Auge y decadencia de las Montañas Zoques (1520-1720). Anuario de Estudios Indígenas IX. Instituto de Estudios Indígenas/ Universidad Autónoma de Chiapas. México. 390-441.
48. Visión Mundial de México, 2008. Informe de Diagnóstico Bochil. Chiapas. México.

PARA CONSULTA AL PÚBLICO

PARA CONSULTA AL PÚBLICO





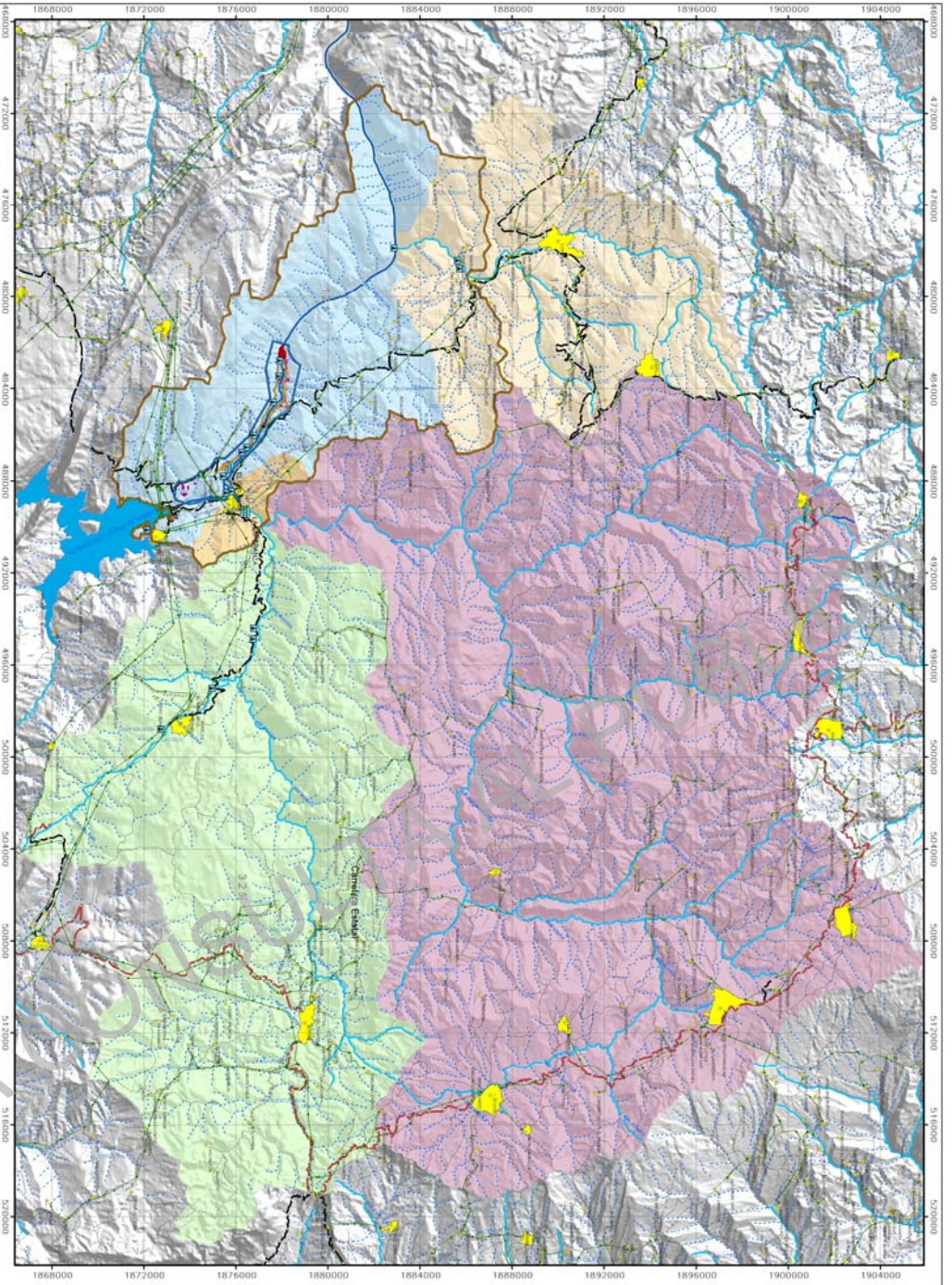












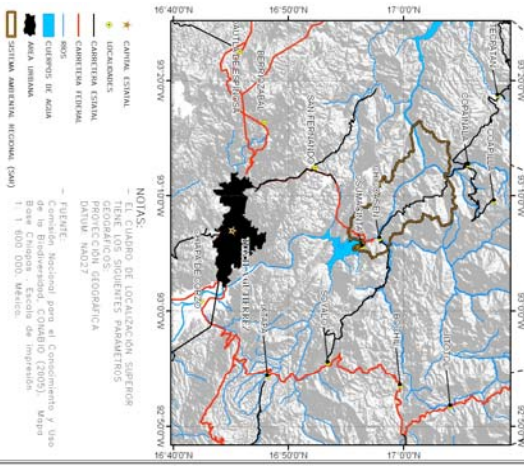
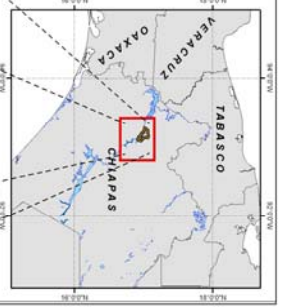
- SÍMBOLOGÍA**
- LINEA DE TRANSICIÓN PARA CONSTRUCCIÓN
  - ACCESO DE OPERACIÓN
  - PUENTES
  - BARRIO DE OBRAS
  - BARRIO DE OBRAS
  - PROTECCIÓN DE EMPALME
  - SISTEMA AMBENTAL REGIONAL (SAR)
  - LINEA DE TRANSICIÓN EXISTENTES
  - CANAL PRINCIPAL EXISTENTES
  - CONCRETOS HERMINES
  - PIEDRA CHICHOSEN
  - AREA URBANAS
  - LOCALIDADES
  - VMS TERRESTRES EXISTENTES
  - CONCRETOS
  - TERRESTRES
  - SUBCUENCIA
  - BOCHIL
  - CHICO
  - CHICHOSEN
  - GUALAIVA
  - ZACALAPA
  - ESPECIES INDICADORAS
  - SITIOS DE MUESTREOS DE CALIDAD DEL AGUA



Subcuenca	Hectareas	km <sup>2</sup>	Colector principal (km)
Bochil	32 523.77	325.24	36.10
Zacalapa	14 073.98	140.74	25.69
Chico	63 206.86	632.07	63.94
Chichosén	998.60	9.99	2.65
Gualaiva	12 144.19	121.44	27.74
<b>TOTAL</b>	<b>122 947.39</b>	<b>1 229.47</b>	<b>156.01</b>

**NOTAS:**

- LA BASE CARTOGRAFICA ES SOBRE LAS CARTAS DE INEGI: E15C-09 Y E15C-59
- UNIVERSIDAD TRANSVERSAL DE GUATEMALA DATUM HORIZONTAL WGS84
- AÑO DE ELABORACION: 2008. ODA, IMAE, SEC



**NOTAS:**

- PLANTEL: Comision Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, COAMBO (2005). Mapa de Chiapas a escala de 1:600 000. MEXICO.
- DATUM: WGS84
- SISTEMA AMBENTAL REGIONAL (SAR)

<b>COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD</b>	
SUBDIRECCION DE CONSTRUCCION DE OBRAS DE GRAN ESCALA DE SERVICIO AMBIENTAL	
PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL SISTEMA AMBENTAL REGIONAL DE GUATEMALA Y CHIQUIMULA	
CENTRO DE ANTIPROYECTOS DEL GOLFO	
ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONOMICA Y SOCIAL DEL SISTEMA AMBENTAL REGIONAL DE GUATEMALA Y CHIQUIMULA	
AUTOR: ING. CARLOS LECHEMAN	
REVISOR: ING. OSCAR RAMIREZ	
DISEÑADOR: ING. CARLOS LECHEMAN	
AÑO DE ELABORACION: 2008	
TITULO: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONOMICA Y SOCIAL DEL SISTEMA AMBENTAL REGIONAL DE GUATEMALA Y CHIQUIMULA	
VOLUMEN: 4.2.1.4	





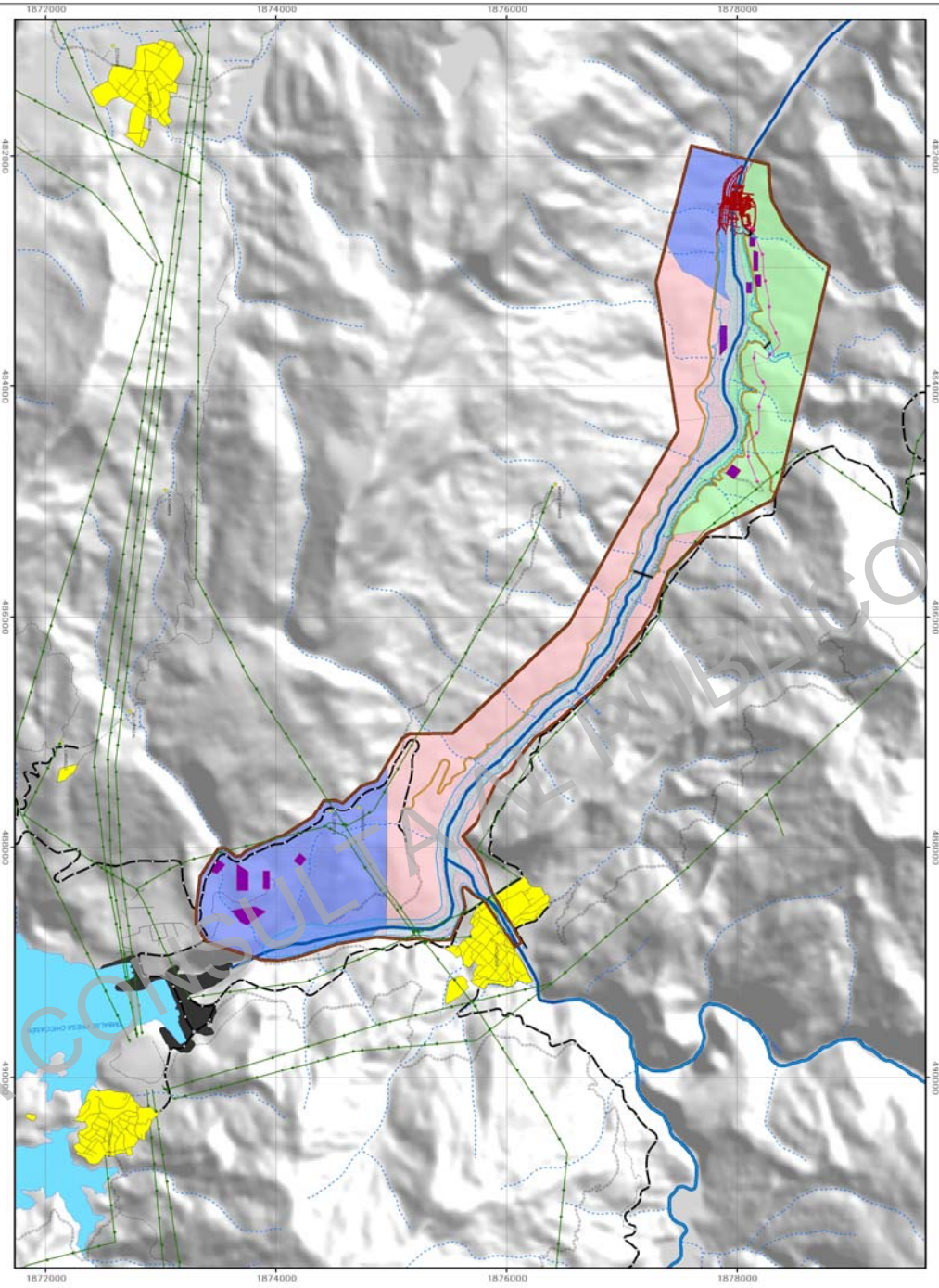












- Simbología**
- - - LÍNEA DE TRANSICIÓN PARA CONSTRUCCIÓN
  - PUNTES DE ORIENTACIÓN
  - ZONA DE OBRAS
  - PROYECCION DE EMPLASE
  - ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA

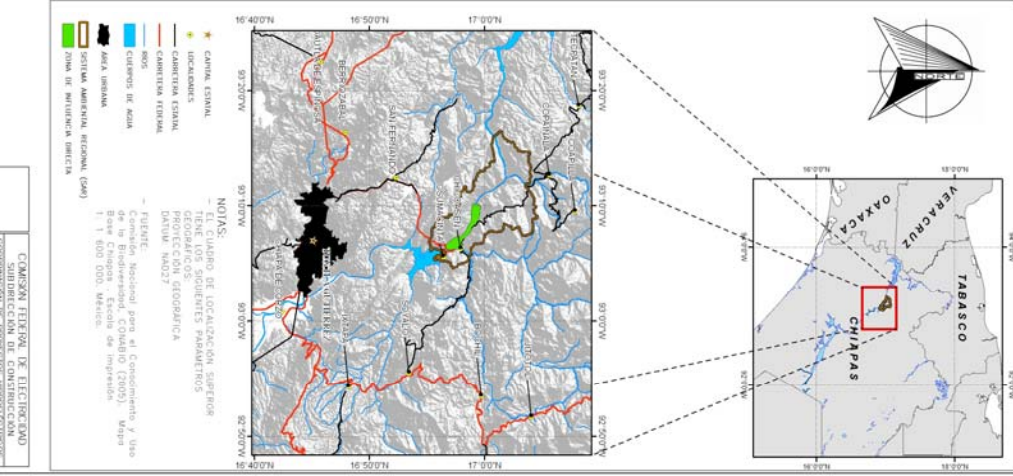
- LÍNEA DE TRANSICIÓN EXISTENTES
- CANAL EMBARCACIONAL
- CORRIENTES PERMANENTES
- CORRIENTES PERMANENTES
- CANAL CONSTRUCION
- CANAL PERMANENTE
- URBANIZACIONES
- VÍAS TERRESTRES EXISTENTES
- CARRETERAS
- FERROCARRIL
- VEREDAS

- TENENCIA DE LA TIERRA**
- CANAL
  - PROPIEDAD PRIVADA
  - ZONA FIDUCIARIA

**NOTAS:**

- LA BASE CARTOGRAFICA ES SOBRE LAS
- CARTAS DE INEO- E15C49 Y E15C59
- UNIDAD ESPACIAL: UTM 18S
- DATUM: HORIZONTAL: WGS84
- SISTEMA: UTM 18S
- ESTEREO: 2008, ODEM, TARC, SCS

<b>COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD</b>	
SUBDIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA	
DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA	
PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN CANAL PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL ESTADIO REGIONAL MULTIDISCIPLINARIO DE TIERRAS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL CENTRO DE ANTIPOYECTOS DEL GOLFO	
ESTUDIO: ESTUDIO DE INGENIERÍA DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA	
AUTOR: M. CARLOS LECHEMÁN	
REVISOR: M. JOSÉ GUERRERO	
APROBADO: M. JOSÉ GUERRERO	
FECHA: 15/05/2011	
ESCALA: 1:200 000	
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM 18S	
DATUM: WGS84	
PROYECTO: UTM 18S	
ESTEREO: 2008	
PROYECTO: ODEM, TARC, SCS	



**NOTAS:**

- CÁMERA: SATELITAL
- PROYECTO: UTM 18S
- ESTEREO: 2008
- PROYECTO: ODEM, TARC, SCS





