

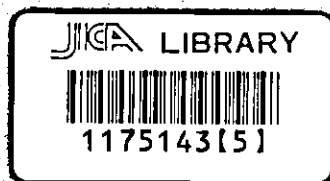
15 2

Agencia de Cooperación Internacional del Japon (JICA)

Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL)

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL
COMPLEJO HIDROELECTRICO
SOBRE EL RIO TOROLA
EN LA
REPUBLICA DE EL SALVADOR
(Proyecto El Chaparral)**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



MARZO 2004

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO. LTD.

(J-POWER)

TOKIO JAPON

M P N
J R
04-059

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL)

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL
COMPLEJO HIDROELECTRICO
SOBRE EL RIO TOROLA
EN LA
REPUBLICA DE EL SALVADOR
(Proyecto El Chaparral)**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MARZO 2004

**ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
(J-POWER)
TOKIO - JAPON**



1175143【5】

COMISION EJECUTIVA HIDROELECTRICA DEL RIO LEMPA

**INFORME DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
DEL PROYECTO HIDROELECTRICO EL CHAPARRAL**



ELABORADO POR:

**ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
Y
HARZA ENGINEERING COMPANY INTERNATIONAL L.P.**

PARA:

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

SAN SALVADOR, EL SALVADOR

MARZO DE 2004

**COMISION EJECUTIVA HIDROELECTRICA DEL RIO LEMPA
PROYECTO HIDROELECTRICO EL CHAPARRAL**

El Informe del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral ha sido elaborado bajo la responsabilidad de las siguientes personas:

<u>Nombre</u>	<u>No. RPESA</u>	<u>Firma</u>
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

RPSEA: Número de registro como prestador de servicios ambientales ante el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SAN SALVADOR, EL SALVADOR

MARZO DE 2004

CONTENIDO

PRESUMEN EJECUTIVO

Capítulo 1	INTRODUCCION.....	1-1
Capítulo 2	LEGISLACION Y NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE AL PROYECTO.....	2-1
2.1	Aspectos generales.....	2-1
2.1.1	Normativa salvadoreña.....	2-1
2.1.2	Normative internacional.....	2-7
Capítulo 3	DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	3-1
3.1	Fase de construcción.....	3-1
3.1.1	Obras civiles.....	3-1
3.1.2	Revegetación.....	3-11
3.1.3	Rutas para el transporte de maquinaria.....	3-11
3.1.4	Equipos eléctricos y mecánicos.....	3-12
3.1.5	Pruebas y puesta en marcha.....	3-13
3.1.6	Costo por ejecución.....	3-13
3.1.7	Tiempo de ejecución.....	3-14
3.2	Fase de operación.....	3-16
3.3	Fase de abandono.....	3-17
3.4	Evaluación económica-financiera.....	3-17
3.4.1	Evaluación económica.....	3-17
3.4.2	Evaluación financiera.....	3-22
Capítulo 4	DESCRIPCION DEL MEDIO AMBIENTE.....	4-1
4.1	Medio físico.....	4-1
4.1.1	Suelo.....	4-1
4.1.2	Agua.....	4-9
4.1.3	Clima.....	4-11
4.2	Ambiente biológico.....	4-14
4.2.1	Flora.....	4-14
4.2.2	Fauna.....	4-20
4.2.3	Vida acuática.....	4-25
4.2.4	Calidad del agua.....	4-34

4.3	Medio socioeconómico	4-40
4.3.1	Población.....	4-41
4.3.2	Educación.....	4-45
4.3.3	Salud pública.....	4-46
4.3.4	Actividades económicas.....	4-51
4.3.5	Instalaciones industriales	4-53
4.3.6	Infraestructura vial	4-53
4.3.7	Sitios turísticos y recreativos	4-54
4.3.8	Servicios.....	4-55
4.3.9	Uso del río Torola	4-56
4.3.10	Labor divulgativa y de información a la población	4-56
4.3.11	Patrimonio histórico y cultural	4-58
4.3.12	Recursos paleontológicos.....	4-59
4.4	Generación de gases de efecto invernadero (GEI)	4-60
4.5	Paisaje.....	4-61
Capítulo 5	IDENTIFICACION, EVALUACION Y PRIORIZACION	
	DE IMPACTOS	5-1
5.1	Desglose de las acciones del proyecto	5-1
5.2	Desglose de los factores ambientales	5-2
5.3	Interacción proyecto-medio ambiente	5-2
5.4	Categorización por impactos genéricos.....	5-7
5.5	Evaluación de impactos.....	5-9
5.6	Priorización de impactos por significancia	5-10
5.7	Análisis de los principales impactos negativos	5-13
5.7.1	Medio físico	5-13
5.7.2	Medio biológico.....	5-13
5.7.3	Medio socioeconómico	5-14
5.7.4	Paisaje	5-14
Capítulo 6	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	6-1
6.1	Planteamiento de medidas ambientales.....	6-1
6.1.1	Fase de construcción.....	6-2
6.1.2	Fase de operación.....	6-14
6.2	Plan de monitoreo ambiental.....	6-16
6.2.1	Fase de construcción	6-18
6.2.2	Fase de operación.....	6-20

Capítulo 7	ESTUDIO DE RIESGO Y MEDIDAS DE CONTINGENCIA.....	7-1
7.1	Estudio de riesgo	7-1
7.1.1	Objetivos del estudio de riesgo	7-1
7.1.2	Descripción de las principales actividades a realizar.....	7-2
7.1.3	Identificación y determinación de riesgos ambientales	7-2
7.2	Medidas de contingencias	7-3
7.3	Responsable de la ejecución de las medidas de contingencia	7-9
Capítulo 8	BIBLIOGRAFIA.....	8 -1

ANEXOS

1.	Resultado global de muestreos de plancton	A1
2.	Resultado global de análisis de calidad de agua.....	A2
3.	Gases con efecto invernadero.....	A3
4.	Formulario para encuesta socioeconómica.....	A4
5.	Mapas con localización geográfica de las viviendas.....	A5
6.	Lista de jefes de familias en la zona de influencia directa	A6

INDICE DE TABLAS

<u>Tabla No.</u>	<u>Página</u>
2.1	2-1
3.1	3-13
3.2	3-19
3.3	3-19
3.4	3-21
3.5	3-22
3.6	3-23
3.7	3-23
3.8	3-24
3.9	3-24
4.1	4-5
4.2	4-9
4.3	4-10
4.4	4-13
4.5	4-13
4.6	4-13
4.7	4-13
4.9	4-18
4.10	4-19
4.11	4-20
4.12	4-20
4.13	4-22
4.14	4-23
4.15	4-24
4.16	4-24
4.17	4-31
4.18	4-36
4.19	4-37
4.20	4-38

<u>Tabla No.</u>	<u>Página</u>	
4.21	Relación del área intervenida con el proyecto por municipio	4-41
4.22	Población de los municipios en donde se localiza el proyecto	4-42
4.23	Distribución de viviendas en el área de influencia directa	4-43
4.24	Escuelas en los municipios	4-45
4.25	Morbilidad nacional, año 2001	4-47
4.26	Morbilidad en San Luis de La Reina, año 2001	4-47
4.27	Morbilidad en Carolina, año 2001	4-48
4.28	Morbilidad en San Antonio del Mosco, año 2001	4-48
4.29	Enfermedades más frecuentes en la zona de influencia	4-49
4.30	Incidencia de paludismo a nivel nacional (por 100,000 habitantes)	4-50
4.31	Casos de paludismo en el área de influencia directa	4-50
5.1	Matriz de interacción de las actividades del proyecto con los factores ambientales	5-3
5.2	Breve descripción de impactos	5-4
5.3	Agrupación de impactos	5-8
5.4	Valoración de impactos negativos por grupos genéricos	5-10
5.5	Matriz de valoración relativa entre cada grupo de elementos del medio	5-11
5.6	Matriz determinación de coeficiente de significancia relativa (CSR) e importancia relativa (IR)	5-12
5.7	Nivel de importancia por IR	5-12
6.1	Programa de Manejo Ambiental	6-2
7.1	Identificación de riesgos potenciales y sus respectivas medidas de contingencia	7-4

INDICE DE FIGURAS

<u>Figura No.</u>	<u>Página</u>
3.1 Ubicación geográfica del proyecto	3-2
3.2 Ubicación de presa en planta	3-3
3.3 Detalle de vertedero	3-4
3.4 Detalle de bocatoma	3-4
3.5 Detalle de tubería forzada	3-5
3.6 Areas temporales de trabajo-fase de construcción	3-7
3.7 Area de embalse	3-10
3.8 Cronograma general de ejecución	3-15
4.1 Localización general del proyecto	4-2
4.2 Geología general de la zona	4-3
4.3 Tipo de suelo en el entorno del proyecto	4-6
4.4 Clases de suelos en el entorno del proyecto	4-7
4.5 Uso actual del suelo	4-7
4.6 Cuenca hidrográfica del río Torola con afluentes	4-10
4.7 Estaciones hidrometeorológicas del entorno del proyecto	4-12
4.8 Variación histórica de la precipitación en la zona de Osicala	4-14
4.9 Vegetación dispersa	4-15
4.10 Bosque de galería	4-15
4.11 Sitios para toma de muestras de macrofauna acuática	4-30
4.12 y 4.13 Colocación de trasmayo en Vado Nuevo	4-32
4-14 Trasmayo instalado	4-32
4.15 Especies de “bagre”	4-32
4.16 y 4.17 Captura de “tilapia” con arpón	4-32
4.18 Especies de “tilapia”, “mojarra” y “guapote” capturadas	4-33
4.19 Vista de conjunto de organismos capturados en Vado Nuevo	4-33
4.20 Especie de “cuatrojos”	4-33
4.21 Organismos capturados en Carolina	4-33
4.22 “cangrejo de río” capturado en Vado Nuevo	4-33
4.23 y 4.24 Toma de muestras de organismos bentónicos	4-40
4.25 Búsqueda de insectos en piedras	4-40
4.26 Equipo portátil para toma de muestras y análisis de calidad de agua	4-40
4.27 y 4.28 Toma de muestras de agua	4-40

<u>Figura No.</u>	<u>Página</u>
4.29 Casa sistema mixto	4-44
4.30 Casa de adobe	4-44
4.31 Casa de bahareque	4-44
4.32 Casa con paredes de madera en rústico	4-44
4.33 Vista de lancha	4-51
4.34 y 4.35 Vista parcial del puente colgante Carolina	4-54
4.36 Paso del río por cable	4-54
4.37 Vista de cable para paso en el río	4-54
4.38 El Malecón. Carolina	4-55
4.39 Afloramiento de aguas termales. Carolina	4-55
4.40 Poza en el río Torola	4-55
4.41 Poza de Los Lagartos	4-55
4.42 Reunión con líderes en la zona	4-57
4.43 Visita a instalaciones de central 15 de Septiembre	4-57
4.44 Observando proyecto productivo. Distrito de riego Lempa-Acahuapa	4-57
4.45 Proyecto veleros turísticos en Santa Bárbara. Cerrón Grande	4-57
4.46 Excavaciones en sitio arqueológico	4-58
4.47 Material encontrado	4-58
6.1 Area de reubicación	6-15
6.2 Cronograma general de monitoreo ambiental	6-24

INDICE DE GRAFICOS

<u>Gráfico No.</u>	<u>Página</u>
4.1 Número de individuos por parcela	4-16
4.2 Número de especies por parcela	4-16
4.3 Relación del número de familias	4-22
4.4 Diversidad de especies de vida acuática	4-27
4.5 Distribución de especies de fitoplancton	4-27
4.6 Distribución de grupos de zooplancton	4-28
4.7 Distribución por grupos de bentos	4-29

Siglas utilizadas en el texto

Abreviatura	Definición
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
MOP	Ministerio de Obras Públicas
MTPS	Ministerio de Trabajo y Previsión Social
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
CESSA	Cemento de El Salvador, S.A. de C.V.
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
EsIA	Estudio de impacto ambiental
PMA	Programa de manejo ambiental
mm	milímetro
cm	centímetro
cm ²	centímetro cuadrado
cm ³	centímetro cúbico
cm ³ /s	centímetro cúbico por segundo
m	metro
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cúbico
km	kilómetro
km ²	kilometro cuadrado
mz	manzana
ha	hectárea
mg/L	Miligramos por litro
μmhos/cm	Microomnios por centímetro
NMP/100ml	Número más probable en 100 mililitros
NUT	Unidades nefelométricas de turbidez
JTU	Jackson turbidity unit
gal	Unidad de aceleración (d/t ² : distancia sobre tiempo al cuadrado)
l	litro
g	gramo
kg	kilogramo
s	segundo
min	minuto
h	hora
d	día
m	mes
°C	grados centígrados
V	Voltio

Abreviatura	Definición
GWh	Gigawatt / Gigavatio hora
kVA	kilovoltio amperio
%	porcentaje
pH	potencial de hidrógeno
PIB	Producto interno bruto
B/C	Beneficio costo
TIR	Tasa interna de retorno
TIRE	Tasa interna de retorno económica
TIRF	Tasa interna de retorno financiera
US\$ o \$	Dólar de los Estados Unidos de América
ONG	Organización no gubernamental
ONGs	Organizaciones no gubernamentales
EP/UICN	En peligro de extinción/Unión internacional para la conservación de la naturaleza
A/CITES	Amenazada de extinción/Convenio internacional para el tráfico de especies de vida silvestre
CMC (EPA)	Criterio de máxima concentración Agencia de los Estados Unidos para la protección ambiental
EEC	Comunidad económica europea
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

RESUMEN EJECUTIVO

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
1. Aspectos generales	1
2. Principales componentes del proyecto	2
3. Caracterización del medio natural.....	3
4. Identificación de impactos ambientales	11
5. Medidas de mitigación	11
6. Identificación de riesgos y medidas de contingencia.....	13
7. Conclusión.....	13
Equipo de Trabajo	14

RESUMEN EJECUTIVO

1. Aspectos generales

Como un componente del Estudio de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral, y atendiendo los lineamientos propuestos por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se ha realizado el Estudio de Impacto Ambiental del referido proyecto, el cual consiste en la construcción y puesta en operación de una central hidroeléctrica sobre el río Torola y se localiza entre las latitudes 13° 50' y 13° 53' norte y las longitudes 88° 22' y 88° 16' oeste. El proyecto está situado en el sector noreste de la República de El Salvador, y el sitio de presa se localiza a unos 300 m al este del lugar en donde el río Torola comienza a formar frontera natural con la República de Honduras, entre los municipios de San Luis de La Reina y Carolina. El embalse se extiende aguas arriba hasta el municipio de San Antonio del Mosco, todo en el departamento de San Miguel.

Al sitio de presa puede llegarse transitando sobre la Carretera Panamericana (CA-1) en ruta San Salvador-San Miguel, a la altura del km 122 se toma el desvío a la ciudad de Moncagua, continuando hacia Ciudad Barrios, San Luis de La Reina y al sitio de presa. También, transitando por la CA-1 a la altura del km 105, en el desvío a la ciudad de El Triunfo, pasando por Sesori, hacia San Luis de La Reina y al sitio de presa.

El propietario o titular del proyecto es la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), institución autónoma dependiente del Ministerio de Economía, y su ejecución representa un esfuerzo institucional orientado a fortalecer el sector energético mediante el incremento de la oferta de energía eléctrica a nivel nacional, ya que se aprovechará el potencial hidrológico del río Torola, con un caudal promedio de 100 m³/s para obtener una potencia máxima de 64.4 MW, con lo que se generará un promedio anual de 220.6 GWh.

Esta actividad se realiza mediante la cooperación técnica de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), quien encomendó la realización del estudio de factibilidad a la empresa japonesa Electric Power Development Co., Ltd. (J-POWER), quien a su vez contrató a la empresa salvadoreña ECO Ingenieros, S. A. de C. V. para realizar las investigaciones de campo relacionadas con temas como: Flora y fauna, Calidad del agua, Vida acuática, Socioeconomía, Arqueología y elementos del patrimonio histórico y cultural. Aspectos relacionados con la investigación sobre Paleontología, estuvieron a cargo de especialistas del Consejo Nacional para la Cultura y el Arte (CONCULTURA). Para coordinar la realización del Estudio de Impacto Ambiental, J-POWER contrató a la empresa norteamericana Harza Engineering Company International L.P. Los estudios geológicos, hidrológicos y de sismicidad, así como el levantamiento topográfico de la zona del proyecto fueron realizados por J-POWER.

Finalizado el Estudio de factibilidad, durante un periodo de uno a dos años, se realizará la fase de diseño final del proyecto, en la cual se definirán con detalle las obras a ejecutar, así como las medidas ambientales que deben realizarse para mitigar o compensar los impactos negativos que se ocasionen.

Se ha estimado que el tiempo de construcción será de tres años y cuatro meses y en esta fase se empleará un número aproximado de 500 personas de diferentes oficios y especialidades. Para las actividades de operación y mantenimiento de la central se emplearán aproximadamente 40 personas.

2. Principales componentes del proyecto

La ejecución del proyecto comprende la construcción de una presa de 405 m de largo, con vertedero de 90 m de longitud y 87.5 m de altura, que alcanzará la elevación 214.5 metros sobre el nivel del mar. El vertedero estará situado en la parte media de la presa y tendrá 5 compuertas metálicas radiales de 13.5 m de ancho por 15.2 m de altura.

En la margen izquierda del vertedero estará la obra de toma, con una compuerta de 7 m de ancho por 7 m de alto con forma de campana por donde el agua entrará a la tubería forzada, que tendrá una caída bruta de 74 m, llegando a la turbina en sentido horizontal. La tubería en referencia será de 144.5 m de longitud y 5 m de diámetro interno y en el extremo final se instalará una válvula que dará paso a un caudal ecológico de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ que se mantendrá permanentemente durante la época seca, mientras la central no esté en operación.

La casa de máquinas estará ubicada en la margen izquierda del río, será de concreto reforzado, de 36 m de largo por 26 m de ancho y 16 m de alto, en donde se instalará una turbina principal con potencia de 65,900 kW y una turbina secundaria de 1,420 kW que generará con el caudal ecológico. Habrá un generador principal con potencia nominal de 71,600 kVA y un generador secundario de 1,510 kVA, y todos los equipos necesarios para el control de las operaciones de generación de la central. En época seca, el embalse operará durante las horas pico, aproximadamente de 6-9 pm.

Debido a que las principales obras se ejecutarán en el lecho del río, mientras se construyen las obras, en la margen derecha se perforará un túnel de 385 m de largo por 8 m de diámetro por donde temporalmente se desviará el caudal del río. Para el diseño de la desviación se ha considerado una crecida máxima de $728 \text{ m}^3/\text{s}$, con período de retorno de un año.

Dos kilómetros aguas arriba del sitio de presa existe un área de aproximadamente $120,000 \text{ m}^2$ en donde se ha estimado la disponibilidad de un volumen de $360,000 \text{ m}^3$ de materiales que serán utilizados como agregados de concreto. Además, también se aprovecharán para este fin los materiales pétreos provenientes de las excavaciones.

En la margen izquierda, en un área de $1,200 \text{ m}^2$ y a unos 60 m aguas abajo de la casa de máquinas, se construirá la subestación para transformar la energía generada, la cual será transportada hacia la subestación de la Central 15 de Septiembre, en donde se integrará a la red nacional de distribución. Para la construcción de la línea de transmisión se realizará el respectivo Estudio de Impacto Ambiental

Finalizadas las obras civiles se procederá a retener el caudal del río para la formación del embalse, que se extenderá 11 km aguas arriba del sitio de presa; tendrá superficie máxima de 8.6 km^2 y alcanzará una elevación máxima de 212 metros sobre el nivel del mar. La capacidad máxima de almacenamiento será de 189 millones de metros cúbicos de agua.

La formación del embalse implica el desplazamiento de 79 viviendas, dos casas de oración y una escuela localizadas en el área a inundar, por lo que en la fase de diseño final se elaborará el programa detallado para el reasentamiento de la población que opte por esta medida, para lo cual, en las proximidades de la ciudad de Carolina, se tiene previsto construir un núcleo habitacional dotado de los servicios básicos necesarios para el normal establecimiento de la población directamente afectada por el proyecto.

En un área de 57,500 m² se construirá el campamento para residencia del personal de construcción y oficinas del Contratista. Estas estructuras se adecuarán para que sean utilizadas durante la fase de operación. También se hará la apertura de 3 km de calles y se ampliarán y mejorarán 6 km de calles para acceso a los sitios del proyecto.

3. Caracterización del medio natural

El área del proyecto se localiza en la zona baja de la cuenca hidrográfica del río Torola. La superficie de la cuenca es de 1,575 km², de los cuales 557 km² pertenecen a la República de Honduras y 1,018 km² a El Salvador. La longitud aproximada del río es de 77 km de los cuales, 58 km se localizan dentro del territorio salvadoreño, el resto del cauce del río forma frontera natural entre ambos países.

Para la caracterización del medio natural se estableció una zona de influencia directa que comprende los espacios directamente intervenidos por la ejecución de las obras, y es la zona en donde se ha realizado un estudio detallado del medio ambiente. La zona de influencia indirecta comprende, en general, la cuenca del río Torola y en particular, los tres municipios que poseen áreas intervenidas con el proyecto, así como el cauce del río Torola aguas abajo del sitio de presa hasta su desembocadura en el río Lempa y su incorporación al embalse de la central 15 de Septiembre.

En la investigación y caracterización del medio natural participó un amplio equipo de profesionales y técnicos con especialidad en cada área de estudio, quienes para la obtención de los datos de campo aplicaron metodologías apropiadas a cada tema en particular.

a) Medio físico

Suelo

En el componente suelo se investigaron los aspectos geológicos, hidrológicos, topográficos, sísmicos, tipos y capacidad de uso del suelo, sedimentación y problemas de erosión y estabilidad de laderas.

En el aspecto geológico se determinó que en el área del futuro embalse predomina la formación Morazán que consiste de brechas tobáceas y basalto. Las coladas que afloran en el sector en donde se construirá la presa son del tipo Andesítico-basáltico y dada su calidad constituyen un material adecuado para la fundación de las estructuras.

En relación con la sismicidad se realizó una evaluación sobre eventos sísmicos ocurridos desde 1915 a 2001 en la zona del proyecto y se estableció el valor de 220 gal de máxima aceleración sísmica para el sitio para cualquier período de retorno.

En cuanto a la capacidad de uso del suelo, el sistema de clasificación de la tierra ubica a la mayor parte de la zona del proyecto en la clase VII, que son tierras con severas restricciones de uso, no cultivables, aptas solo para explotación forestal. Referente al uso actual del suelo, en la totalidad del área, el uso es para pasto natural y cultivo de granos básicos.

Sobre problemas de erosión, el análisis fotogeológico y el reconocimiento del sitio de presa no revela riesgos erosivos significativos, ni de deslizamientos o inestabilidad de laderas. No obstante, debido a actividades agrícolas y pecuarias en la cuenca, en determinadas áreas se observan procesos erosivos en la capa superficial del suelo.

Agua

La hidrografía superficial está formada por el río Torola y sus afluentes constituidos por ríos y quebradas, que de acuerdo con datos de la estación Osicala conforman un caudal promedio anual de 30 m³/s y un caudal mínimo histórico registrado de 0.9 m³/s. No obstante, para garantizar la continuidad en los usos del río y el mantenimiento de la vida acuática aguas abajo de la central durante los meses de la época seca, se ha establecido un caudal ecológico de 2 m³/s que fluirá cuando la central no esté en operación.

Clima

Climáticamente, el área de influencia del proyecto se califica como Sabana tropical caliente o tierra caliente, en donde la temperatura no varía mucho durante todo el año ya que en las zonas bajas varía de 25 °C a 30 °C y en las zonas altas varía de 19 °C a 23 °C, con promedio anual de 26.4 °C.

Las máximas precipitaciones ocurren entre los meses de junio y septiembre, con promedio mensual de 363 y 401 mm respectivamente y variación anual de 1,200 a 2,900 mm. La humedad relativa media anual es de 66% y el promedio anual de evaporación es de 186 mm.

b) Medio biológico

En el medio biológico se investigaron aspectos relacionados con la composición, abundancia y diversidad de la cubierta vegetal existente en el área del proyecto, así como con la diversidad y abundancia de fauna terrestre, determinando su calificación ecológica relacionada con su condición de amenazada o en peligro de extinción. De igual manera, se investigó la presencia de organismos acuáticos en los niveles micro y macroscópicos, dedicando particular atención a la determinación de especies piscícolas utilizadas como alimento por la población. También se investigó la calidad del agua del río Torola, que tiene incidencia en el mantenimiento de la vida acuática.

Vegetación

Para el estudio de la vegetación, se establecieron 36 parcelas de 625 m² cada una, distribuidas representativamente en el área del futuro embalse, en donde se realizó un

registro de la diversidad de especies, encontrando 60 especies del estrato arbóreo pertenecientes a 32 familias; en los estratos arbustivo y matorral se registraron 61 especies. De estas especies 3 están calificadas como amenazadas y 3 en peligro de extinción. Además, se identificaron 10 especies clasificadas como cultivos. Se midió el diámetro a la altura del pecho de los árboles, encontrando que el mayor número de individuos presentó diámetro menor a 40 cm. Con diámetro superior a 1 m se registraron 3 ejemplares.

En la fase de diseño final se elaborará el plan de aprovechamiento de la biomasa que será extraída del área de influencia directa. En el plan en referencia se determinarán los costos por aprovechamiento, que fundamentalmente dependen de la calidad de las especies a cosechar y de su estado de desarrollo; así como del uso principal de la madera; facilidades de extracción; precio de la madera en el mercado y volumen de madera a extraer para uso en aserrío, en rollizo y como leña.

Fauna

La investigación sobre fauna se realizó por observación directa y por consulta a pobladores locales.

En el grupo de los mamíferos se identificaron 19 especies, de las cuales 6 están calificadas como especies amenazadas y 5 en peligro de extinción. Este es un grupo muy vulnerable debido a la constante reducción del hábitat natural por actividades agrícolas y pecuarias, así como por prácticas de cacería para usarlas como alimento, para comercialización o como mascotas.

Se registró un total de 54 especies de aves, de las cuales 19 están calificadas como amenazadas y 5 en peligro de extinción. La causa de la amenaza en las aves es similar a lo expuesto para los mamíferos.

Se registraron 20 especies de reptiles, en donde predomina el grupo conocido como culebras. 5 especies están calificadas como amenazadas y 4 en peligro de extinción. En el grupo de los anfibios se reportaron 7 especies, que no tienen definida su condición de amenaza o peligro de extinción.

En general, las especies de flora y fauna están representadas en la zona, por lo que están bien representadas fuera del área de influencia directa del proyecto.

Vida acuática

Para la investigación de vida acuática se establecieron tres sitios de muestreo conocidos como: Carolina, localizado en la zona media del tramo del río que será intervenido con la ejecución del proyecto; Vado Nuevo, localizado a 1.5 km aguas abajo del sitio de presa y Nuevo Edén de San Juan, localizado aproximadamente a 21 km aguas abajo del sitio de presa; en estos sitios, durante cinco fechas diferentes distribuidas entre los meses de octubre a diciembre de 2001, y utilizando implementos apropiados, se tomaron muestras de organismos microscópicos que conforman el fitoplancton y zooplancton; de organismos bentónicos constituidos principalmente por insectos y de organismos nectónicos que comprenden peces y crustáceos.

En general, el río presenta ambientes de rápidos o chorreras, determinados por corrientes fuertes y la presencia de rocas de diverso tamaño, así como ambientes de poza o áreas de relativa lentitud en el flujo del agua. Estos ambientes determinan hábitats diferentes para los organismos acuáticos.

De los organismos microscópicos o plancton, se registraron 71 especies pertenecientes al fitoplancton, constituido por cinco grupos de algas, de las cuales las más abundantes corresponden a la División Chrysophyta o diatomeas, con 36 especies y a la División Chlorophyta o algas verdes, con 19 especies. El zooplancton presentó 33 especies, de las cuales las más abundantes pertenecen al Phyla Ciliophora o ciliados con 14 especies y al Phyla Sarcodinos con 10 especies.

Los organismos bentónicos resultaron muy escasos, reportándose 7 grupos, de los cuales el más abundante fue el Orden Díptera con 4 familias.

Dentro de los organismos neotónicos se registraron 8 especies de peces, de los cuales 7 especies son utilizadas como alimento por la población, entre las que se mencionan la “mojarra”, la “tilapia”, el “guapote” y el “bagre”. El tamaño o talla promedio fue de 21 cm, la talla mayor promedio de los organismos más grandes de las diversas especies fue de 28.5 cm. En relación con especies de crustáceos únicamente se capturó un “cangrejo de río” de 7 x 5 cm. En el grupo de moluscos se observaron pequeños caracoles con talla promedio de 1 cm.

En general, la población piscícola, no obstante que es de amplia distribución, es muy escasa, y no representa un recurso significativo para la dieta alimenticia de las personas, ya que para la captura de ejemplares representativos, se requiere del esfuerzo combinado por un tiempo relativamente largo de grupos de pescadores, utilizando diferentes aperos de pesca.

Calidad del agua del río Torola

La calidad del agua se ve afectada por los diferentes usos que se hacen del río, entre los que se mencionan el lavado de ropa, aseo personal y empleo de productos tóxicos para la pesca. Además, por las actividades que se realizan en la cuenca, principalmente labores agropecuarias, en donde se utilizan productos agroquímicos que son incorporados en el río por la escorrentía superficial, así como por el vertido indirecto de aguas negras, como es el caso de la ciudad de Carolina, que las vierte a la quebrada El Rastro, que finalmente llegan al río Torola.

Para determinar la calidad del agua del río se tomaron muestras de agua en los tres sitios referidos para vida acuática, y durante cinco fechas diferentes, distribuidas entre los meses de octubre a diciembre de 2001, se analizaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

En relación con los requerimientos de calidad del agua para el desarrollo de vida acuática, de 16 parámetros analizados, se encontró que en el sitio Carolina, 4 exceden con valores sumamente bajos, es decir, fracciones de unidad, los límites establecidos para: pH, manganeso, mercurio y selenio. Referente al color del agua, este parámetro excede en 33 unidades en el sitio Carolina.

c) Medio socioeconómico

Para caracterizar el medio socioeconómico se realizaron actividades de campo que consistieron en visitas y entrevistas a autoridades y líderes locales en los tres municipios con áreas intervenidas por el proyecto, y se efectuaron reconocimientos en el terreno, en donde se realizaron encuestas directas en un 80% de las familias localizadas en el área del futuro embalse, el 20% restante se hizo en forma indirecta. Esta actividad permitió informar a los pobladores sobre la ejecución del proyecto y a la vez obtener información particular de la población. También se investigaron indicadores económicos y sociales relacionados con educación, salud, vivienda y oportunidades de empleo, que permitieron conocer el nivel de desarrollo en la zona.

La investigación refleja un marcado déficit en tales indicadores, que es más sensible en el medio rural, puesto que los pobladores de esas áreas deben desplazarse hasta ciudades inmediatas y cabeceras departamentales para obtener acceso a determinados servicios básicos.

Con el proyecto se intervienen 1.3 km² de la superficie total del municipio de San Luis de La Reina, 6.78 km² del municipio de Carolina y 0.52 km² de San Antonio del Mosco, para un total de 8.6 km², en donde un 89.4% de las tierras son utilizadas principalmente para pasto natural y cultivo de granos básicos, el resto de la tierra presenta pequeñas áreas con vegetación natural y áreas abandonadas para el cultivo.

Población

Los municipios con áreas intervenidas por el proyecto poseen una población total de 24,091 habitantes, en donde Carolina posee 9,122 habitantes, San Luis de La Reina 7,312 y San Antonio del Mosco 7,657. De esta población 4,129 habitantes se localizan en el área urbana y 19,962 en el área rural.

El proyecto interviene áreas habitadas de ocho caseríos del municipio de Carolina y tres caseríos del municipio de San Antonio del Mosco, en donde existe un total de 409 viviendas, de las cuales 79 se localizan en el área a intervenir con el embalse, 69 del Municipio de Carolina y 10 del Municipio de San Antonio del Mosco. De las 79 viviendas, 9 se encuentran deshabitadas. Considerando una familia por vivienda y estimando un promedio de 6 personas por familia, se tiene un total de 420 personas que resultarían directamente afectadas por la ejecución del proyecto. El municipio de San Luis de La Reina no posee población en el área de influencia directa.

Se determinó que en el 50% de los casos, el área utilizada por las viviendas es de 96 m² y el área del solar es en promedio de una manzana, equivalente a 7000 m². Referente a los materiales con los que están construidas las paredes de las viviendas se encontró que el 12% son de sistema mixto, el 42% son de adobe, el 40 % de bahareque y el 6% son elaboradas con materiales rústicos, que puede ser madera, lámina, cartón y plástico. Los techos, generalmente son de teja.

En el área intervenida con la formación del embalse se determinó un total de 430 parcelas, pertenecientes a 340 propietarios, lo que implica que determinadas personas poseen más de una parcela. Estas propiedades serán adquiridas por el Titular de proyecto, quien las está

comprando a un costo real, más un excedente económico que incentive y compense al propietario por inconvenientes que se le ocasionen al solicitarle que venda su propiedad.

Educación

En el área urbana de los tres municipios referidos, existe el nivel de enseñanza hasta bachillerato. En el área rural el nivel de enseñanza es hasta Noveno grado.

Salud

En cada uno de los municipios de la zona existe una Unidad de Salud con un médico, una enfermera y personal auxiliar consistente en promotores e inspectores de salud y personal administrativos trabajando a tiempo completo. Los casos de salud que por su complejidad no pueden ser atendidos en las Unidades de Salud son referidos a centros médicos en Ciudad Barrios, San Francisco Gotera o a San Miguel, en donde existen hospitales.

Referente a las enfermedades por las que consulta la población, se encontró que las más frecuentes son el parasitismo intestinal, infecciones respiratorias agudas, infecciones intestinales y faringoamigdalitis agudas.

En cuanto a enfermedades transmitidas por vectores, como es el paludismo, en 2002 se registraron 6 casos en Carolina y 3 en San Antonio del Mosco.

Actividades económicas

Las actividades económicas están relacionadas con el cultivo de granos básicos, así como de caña de azúcar para la elaboración en forma artesanal de panela de dulce. También existe un notable desarrollo de la ganadería. En el área urbana se observan actividades en pequeña escala relacionadas con venta de productos de primera necesidad, dos familias elaboran petates a partir de la fibra de tule, un local en donde se confecciona ropa para mujer, un sitio en donde se elabora teja y adobe, una barcaza o lancha en el río Torola, al oeste de la ciudad de Carolina, utilizada para el paso de personas y bestias de carga. No existen instalaciones industriales.

Infraestructura vial

Existe un amplio ramal de carreteras, calles y caminos, siendo la más importante la carretera que conduce de Ciudad Barrios a Carolina que recientemente ha sido pavimentada. El resto de calles son de difícil acceso principalmente en época lluviosa.

Como parte del sistema de carreteras, existe sobre el río Torola un puente peatonal colgante localizado al norte de la ciudad de Carolina, de 135 m de largo por 1.5 m de ancho y altura de 20 m. Esta estructura se encuentra en el área del futuro embalse. Además, distribuidos en el tramo del río se localizan 7 cables de acero, por donde mediante un sistema relativamente sencillo, pero que requiere destreza y esfuerzo por parte de los usuarios, es posible atravesar el río, principalmente en la época lluviosa.

En determinados meses de la época seca, cuando disminuye el caudal del río, es posible pasar hacia el sector norte utilizando tres pasos localizados en el municipio de Carolina y

uno en San Antonio del Mosco. El resto del año, cuando el río es muy caudaloso, este sector permanece relativamente incomunicado hacia el sur.

Sitios turísticos y recreativos

No se encuentran instalaciones turísticas debidamente acondicionadas. No obstante, existen sitios naturales utilizados por la población para esparcimiento y recreación, entre los que se citan las manifestaciones de aguas termales localizadas en la margen derecha del río, aguas abajo e inmediato al puente colgante. En la margen izquierda de río inmediato al puente se ha construido una estructura de concreto tipo malecón que facilita la estadía de las personas que visitan el río con fines turísticos. También, además de un regular número de pozas localizadas en el río Torola, existe una poza de carácter estacional en el río Riachuelo, localizado al suroeste de Carolina, que en la época lluviosa es frecuentada por pobladores locales para baño y esparcimiento. Todos estos sitios se verán afectados con la formación del embalse.

Servicios

Gracias al ramal de calles que interconectan a los municipios, en la zona se dispone de servicio de transporte en autobuses que viajan desde la ciudad de San Miguel a la zona y viceversa. También existe servicio de transporte de mercaderías y de productos agropecuarios.

En cuanto a servicio de electricidad, los municipios están interconectados con una línea de distribución de 13.2 kV, de la que se derivan líneas de 7.6 kV hacia zonas rurales. En el área de influencia directa, un 15% de la población dispone del servicio de alumbrado eléctrico.

En la zona urbana de los municipios referidos existe sistema de comunicación vía telefónica de la red fija, así como telefonía celular. También existen oficinas de correos, servicios municipales, de seguridad a cargo de la Policía Nacional Civil y Juzgados de Paz.

Labor divulgativa y de información a la población

A partir del año 2002, personal de CEL realiza actividades de consulta pública previa, para informar sobre el proceso de desarrollo del proyecto, así como de las ventajas que implica su ejecución. Para ello, se realizan actividades en las que participan representantes de los diversos sectores de la población, así como miembros de las familias que viven en la zona de influencia directa. Se han realizado numerosas asambleas comunales en la zona, reuniones informativas en la ciudad de San Miguel y se han efectuado visitas demostrativas a la Central Hidroeléctrica 15 de Septiembre, en donde se hacen recorridos por las instalaciones de la Central y por el distrito de riego Lempa-Acahuapa, establecido a partir de una toma de agua del embalse de la Central. También se visitan sitios en donde se desarrollan actividades productivas generadas a partir de la construcción de la Central Cerrón Grande, consistentes en la utilización intensiva de las tierras aledañas a la ribera del embalse con una gran diversidad de producción agrícola, así como actividades pesqueras, turísticas y recreativas. Además, se visita el núcleo de reubicación de esta Central, en donde se propicia la comunicación con pobladores del núcleo, para que conozcan de

primera mano las experiencias de estas personas que en su momento vivieron una situación similar.

Durante la realización del presente estudio se efectuaron visitas a las autoridades municipales, a líderes religiosos y comunales y a la población residente en el área de influencia directa, para exponerles los alcances del proyecto, los beneficios esperados con su ejecución y conocer sus opiniones al respecto.

Arqueología

Para la determinación de los recursos arqueológicos y del patrimonio histórico y cultural se realizaron inspecciones en ambos márgenes del río, desde el sitio de presa hasta el paso Agua Caliente. Finalmente se investigaron con detalle los sitios Agua Caliente, en el municipio de San Antonio del Mosco y el sitio Carolina, en Carolina. En ambos sitios se practicaron excavaciones de 1 m por 1 m en la superficie y con profundidades de 0.40 a 1 m.

En el sitio Carolina se encontraron indicios de posible existencia de objetos pertenecientes al periodo Arcaico, que va de los 6,000 a los 2,000 años a.C. Los hallazgos consistieron en pequeñas piezas de obsidiana y fragmentos de piedra que pudieron ser utilizadas en actividades humanas y que igualmente suelen encontrarse fuera del área de influencia del proyecto. No existen estructuras ni elementos que necesiten preservarse o que impidan la ejecución del proyecto.

Recursos paleontológicos

Referente a los recursos paleontológicos, el trabajo se orientó a investigar y documentar la existencia de fósiles en el área de influencia directa del proyecto, realizando inspecciones detalladas en ambos márgenes del río.

En el sitio Vado Ancho se encontró un afloramiento fosilífero constituido por calizas, diatomitas y limo que en su interior posee aglomeraciones de invertebrados fosilizados, en algunos casos con saturación de hasta 30 individuos por 20 centímetros cuadrados. El material en cuestión se fragmenta con facilidad, siendo visible un estrato superior de materiales con incrustaciones de gasterópodos.

Debido al tiempo relativamente largo requerido para estas actividades y a lo accidentado del terreno, se recomienda que en la fase de diseño final se realice una investigación detallada que permita identificar con propiedad el tipo de material observado.

El sitio se encuentra en el área de futura inundación. No obstante, se ha determinado que no representa un impedimento para el desarrollo del proyecto, pero debe garantizarse que no será perturbado por la acción del hombre, a menos que sea con fines científicos. En caso de realizar excavaciones en el futuro, deberá notificarse al organismo correspondiente.

c) Paisaje

En el análisis de paisaje se encontró que determinadas estructuras del proyecto como son la casa de máquinas y la subestación estarán localizadas en la zona baja del cañón del río, por lo que no representarán un impacto visual significativo. No obstante las estructuras del

dique, vertedero y campamento se situarán en una elevación que las expone a la vista de observadores potenciales. Con la labor de revegetación que se realizará se espera que los árboles oculten en parte las estructuras, integrándolas en lo posible al medio natural. Además, el embalse, como un cuerpo de agua superficial, contribuirá a incrementar la belleza escénica de la zona, que en la época seca adquiere características de lugares áridos.

4. Identificación de impactos ambientales

Para la identificación, análisis y evaluación de los potenciales impactos ambientales se utilizó un procedimiento conocido como Método MEL-ENEL, cuya aplicación conduce a la elaboración de matrices interactivas causa-efecto mediante las cuales se califica la importancia ambiental de cada impacto, valorándolo por la asignación de un número denominado Coeficiente de Significancia Relativa.

La aplicación del método requiere de la participación de un equipo multi e interdisciplinario que posea un conocimiento detallado de los diferentes componentes del proyecto y de sus características constructivas, así como del medio ambiente en donde se realizan las obras. Mediante este conocimiento, se determina la relación existente entre una determinada actividad del proyecto con los factores ambientales, generándose una matriz, en la que en las columnas se colocan las actividades del proyecto y en las filas los factores ambientales susceptibles de ser afectados con la ejecución de las obras.

Se identificaron 15 actividades principales, que ocasionan 84 impactos, de los cuales 52 son negativos y 32 positivos; 54 directos y 30 indirectos. Identificados los impactos, se agruparon los que resultaron comunes para determinados factores ambientales, como son: suelo, agua, clima, vegetación, fauna, población humana, salud y paisaje.

El proceso de evaluación implica asignarle un valor a cada impacto, considerando para cada uno los conceptos de: Magnitud, Importancia, Extensión, Duración y Reversibilidad, que constituye una valoración integral del impacto que una determinada actividad puede ocasionar en el medio ambiente.

Como resultado del proceso de evaluación se encontró que, en orden descendente, los componentes del medio mayormente afectados son: el suelo, la vegetación, la población humana, el agua, la fauna, la salud de la población, el paisaje y el clima.

5. Medidas de mitigación

Para mitigar y compensar los potenciales impactos negativos identificados se elaboró un Programa de Manejo Ambiental (PMA) que contiene las medidas que deberán realizarse a fin de evitar, reducir o compensar el efecto de dichos impactos, con lo que se pretende proteger y mejorar la calidad de los recursos naturales, así como las condiciones de vida de la población localizada en la zona de influencia directa del proyecto.

Las medidas se aplicarán de acuerdo con las actividades que se realicen en las diferentes fases del proyecto y estarán relacionadas con prevenir la erosión del suelo, así como prevenir su contaminación por el vertido de desechos sólidos y líquidos; prevenir la

contaminación del agua superficial y subterránea por inadecuada disposición final de desechos sólidos y líquidos; revegetación o plantación de especies vegetales; protección de la fauna silvestre; protección de la salud de los trabajadores y de la población, así como mitigar las alteraciones significativas en el paisaje natural.

No obstante que la mayor parte de las medidas de carácter ambiental serán ejecutadas como actividades inherentes al proyecto, determinadas actuaciones han sido consideradas estrictamente medidas ambientales y se ha establecido su costo de ejecución. Entre estas medidas se menciona la revegetación de áreas inmediatas a las obras, así como la reforestación de 114 hectáreas en el perímetro del embalse; adecuación de un sitio para compensar la pérdida de los baños termales en Carolina y la realización de actividades de enriquecimiento de la población piscícola en el futuro embalse. El costo establecido para la ejecución del PMA asciende a US\$ 192,000 y constituye el monto para la fianza de fiel cumplimiento que deberá depositarse a favor del MARN.

Entre las actuaciones de carácter ambiental estrechamente vinculadas con la ejecución del proyecto y a la operación de la Central se hace referencia a lo siguiente: diseño y ejecución de un programa para el reasentamiento de la población localizada en el área del futuro embalse, que incluye la dotación de servicios básicos y de infraestructura comunitaria, así como labores de carácter social orientadas a capacitar a la población reasentada en la adquisición de destrezas y habilidades que propicien alcanzar un mejor nivel de vida; asignación de una compensación económica para cada jefe de familia reubicada, equivalente a un salario mínimo mensual durante los primeros seis meses y de medio salario mínimo mensual en los siguientes seis meses, esto se hará como un apoyo mientras se estabilizan en su nueva situación; extracción de la vegetación en el área a inundar con la formación del embalse; construcción de dos puentes en tramos angostos del embalse; habilitar pasos para las personas en brazos del embalse; habilitación del dique como puente vehicular para comunicar por carretera los sectores en ambas riberas del río; mejoramiento de 33 km y apertura de 11 km de calles públicas en la periferia del embalse; reubicación de una escuela de educación primaria y dos casas de oración; apoyo institucional a las actividades ambientales durante las fases del proyecto; y contribuir al fortalecimiento de las municipalidades en la zona. Específicamente para las actividades de construcción y operación: establecer y operar un sistema integrado de manejo de desechos sólidos y líquidos; ejecución de obras para prevenir la contaminación ambiental con hidrocarburos; establecimiento de programas de higiene y seguridad ocupacional, y de educación ambiental; establecimiento de un Sistema de Gestión Ambiental durante la fase de operación, que incorpore a las actividades cotidianas del personal la filosofía de gestión de riesgo. Para estas actividades se ha establecido un monto de US\$ 7,228,000, que están comprendidos en los costos directos de proyecto.

Se elaboró un Plan de Monitoreo para dar seguimiento a la ejecución del PMA, en donde se determinan las medidas a supervisar, el objetivo y la frecuencia del monitoreo, el método de observación e interpretación de resultados y elaboración de los informes respectivos. Posteriormente se realizarán las respectivas Auditorías ambientales.

6. Identificación de riesgos y medidas de contingencia

No obstante que no se espera que ocurran riesgos significativos por la ejecución de esta obra, se realizó un análisis de los potenciales riesgos que pudieran presentarse durante la fase de construcción. Dichos riesgos estarían relacionados principalmente con la ocurrencia de accidentes por el manejo y mantenimiento de maquinaria y equipos; por el almacenamiento y manejo de materiales peligrosos; por la generación de desechos sólidos y líquidos; por accidentes de trabajo; por descuidos o inadvertencia de los trabajadores y por la ocurrencia de fenómenos naturales extraordinarios.

Durante la fase de operación determinados riesgos pueden ocurrir por potenciales derrames o vertido de sustancias químicas o de aguas residuales que contaminen el suelo y el agua; por la ocurrencia de eventos meteorológicos extraordinarios que podrían ocasionar inundaciones aguas abajo de las instalaciones; por eventos sísmicos que puedan causar daños a las infraestructuras y a la población; por accidentes de trabajo y por descuido o inadvertencia en la operación de la central.

Se propone una serie de medidas de contingencia con las que se espera apoyar al Contratista y a los responsables de la operación de la central en la planificación de respuestas oportunas, a fin de prevenir o minimizar los daños que se pudieran ocasionar con la ocurrencia de los riesgos identificados. Dichas medidas consisten fundamentalmente en observar normas de higiene y seguridad ocupacional en las áreas de trabajo; manejo adecuado de desechos sólidos y líquidos; manejo adecuado de sustancias peligrosas; informarse convenientemente sobre pronósticos de ocurrencia de fenómenos meteorológicos; establecer programas permanentes de capacitación; disponer de equipos adecuados para atender todo tipo de emergencias; establecimiento de un sistema efectivo de alerta temprana y mantener adecuada coordinación con instituciones como SNET y COEN para atender amenazas relacionadas con eventos meteorológicos extraordinarios.

7. Conclusión

Sobre la base de los distintos trabajos y análisis realizados, el equipo de profesionales que participó en la elaboración del EsIA concluye, que ambiental y socialmente el proyecto es factible, y con su ejecución se mejorará la disponibilidad de energía eléctrica a nivel nacional, lo que traerá una serie de beneficios económicos y sociales, y se promoverá el desarrollo de la zona. Por el contrario, la opción de no realizarlo es la menos conveniente para las comunidades del área de influencia, para el medio ambiente y para el país en general.

Equipo de trabajo

En la elaboración del informe del EsIA del Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral participaron las siguientes personas:

Nombre	Participación	No. RPSEA *
	Por J-POWER	
Geo. Nobuo Hoshino Geo. Walter Hernández	Estudio geológico	
Ing. Ken Mizoue	Estudio hidrológico	
Ing. Sadaaki Kato	Estudio de sismicidad	
Ing. Shun Takagi	Levantamiento topográfico	
Lic. Tetsuya Hirahara	Evaluación económica-financiera	
Ing. Nobuo Hashimoto Ms. C	Coordinación general	
	Consultores independientes	
Lic. Juan José Medrano	Elaboración del informe de EsIA	127
Ing. Federico I. Castellanos	Evaluación de impactos, PMA, elaboración de mapas y figuras	006
	Por Harza Engineering Company	
Lic. Peter Saunders Ms.C	Coordinador del EsIA (hasta 20 01 03)	
Dr. Charles Russell Ph.D	Coordinador del EsIA (hasta 30 12 03)	488
Dr. Peter Ames Ph.D	Revisión y observaciones al informe final	
	Por ECO Ingenieros	
Lic. Ofelia Gonzáles Ms.C	Flora, fauna terrestre y avifauna	
Dra. Vianney Castañeda	Biología terrestre	002
Lic. Jeannette Monterrosa Ms.C	Vida acuática	263
Lic. Jeannette Monterrosa Ms.C Ing. Química Carolina Bendek	Calidad del agua	
Lic. Roberto Aguilar Arq. Leonora Ferrer	Socioeconomía	011
Dr. Frederic W. Lange Ph.D Arq. Leonora Ferrer	Arqueología y Patrimonio histórico y cultural	011
Ing. Rodolfo Montúfar	Coordinación general	025
	Por CONCULTURA	
Dr. Daniel Aguilar Dr. Mario Romero	Paleontología	

* Número de registro como prestador de servicios ambientales ante el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral

Por CEL, como contraparte institucional, participaron las siguientes personas:

Nombre	Participación
Ing. Jaime Contreras	Director del Proyecto
Ing. Jorge Luis García	Aspectos constructivos
Ing. José Orlando Argueta Lazo	Jefe Unidad de Gestión Ambiental.
Ing. Leonel Letona	Aspectos socioeconómicos, Revisión y observaciones generales
Ing. Roberto Artiga	Calidad del agua, gases efecto invernadero, Evaluación económica financiera, Revisión y observaciones generales
Lic. José Eugenio López	Aspectos socioeconómicos

Capítulo 1
INTRODUCCIÓN

CONTENIDO

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN.....1-1

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Este documento contiene el informe del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral, en el cual se presenta información relacionada con las principales características constructivas de los diferentes componentes del proyecto, así como información relacionada con el área en donde se proyecta construir, de tal manera que permite conocer las actividades a realizar, así como las características de los componentes del medio ambiente a ser intervenidos con las obras.

El estudio de impacto ambiental de proyectos, entendido como un proceso de análisis mediante el cual se relacionan los aspectos constructivos de un determinado proyecto con los elementos del medio ambiente en donde se ejecutará, ofrece ventajas que frecuentemente se concretan en ahorros significativos en las inversiones para las obras y fundamentalmente en la protección del medio ambiente. El proceso de análisis y evaluación de impactos ambientales propicia la ejecución de diseños técnicamente más adecuados e integrados al entorno, lo que conduce a una mayor aceptación social de los mismos, garantizando su sostenibilidad.

El proyecto consiste en la construcción y puesta en operación de una central hidroeléctrica que estará situada en la zona baja de la cuenca del río Torola. La cuenca en referencia se localiza en la región noreste de El Salvador, y el área del proyecto está situado entre los 13° 50' y 13° 53' de latitud norte y entre los 88° 22' y 88° 16' de longitud oeste. El proyecto interviene áreas de los municipios de San Luis de La Reina, Carolina y San Antonio del Mosco, en el departamento de San Miguel.

En el estudio de prefactibilidad realizado de diciembre de 1997 a marzo de 1999 se investigó el potencial para el desarrollo hidroeléctrico del río Torola, cuyo cauce nacional comprende aproximadamente 50 km de longitud, identificando siete sitios potenciales para la construcción de presas, que de la zona alta a la baja son los siguientes: Las Cruces, Maroma, Cerro Pando, Las Marías, Las Mesas, La Honda, Carolina y El Chaparral. Desde el punto de vista económico y ambiental se determinaron como más factibles los sitios La Honda y El Chaparral.

En la fase preliminar del estudio de factibilidad iniciado en marzo de 2001, se analizaron los dos últimos sitios referidos, encontrando que el más promisorio para la ejecución del proyecto hidroeléctrico es el sitio El Chaparral, el cual en esta oportunidad está siendo objeto de estudio.

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) está comprendido dentro del Estudio de Factibilidad que se realiza mediante la cooperación técnica de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), quien encomendó su realización a la empresa japonesa Electric Power Development Co., Ltd. (J-POWER). Para apoyar la elaboración del EsIA, J-POWER contrató a la empresa salvadoreña ECO Ingenieros, S. A. de C. V., que realizó investigaciones en el área de influencia del proyecto relacionadas con temas como: Flora y fauna, Calidad del agua, Vida acuática, Socioeconomía y Antropología. La investigación sobre recursos de patrimonio histórico y cultural fue realizada por especialistas del Consejo Nacional para la Cultura y el Arte (CONCULTURA). Para la coordinación y realización del EsIA, J-POWER contrató a la empresa norteamericana Harza Engineering

Company International L.P. J-POWER realizó los levantamientos topográficos, así como los estudios geológicos, hidrológicos y de sismicidad en la zona del proyecto

El proyecto es propiedad de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), institución autónoma dependiente del Ministerio de Economía, con domicilio en la ciudad de San Salvador, y la obra constituye un esfuerzo institucional orientado a mejorar la oferta de energía eléctrica a nivel nacional ya que, no obstante el crecimiento en la demanda, CEL, como empresa generadora no ha realizado ningún desarrollo nuevo en este campo en los últimos 20 años.

El tiempo de construcción se estima en tres años y cuatro meses, período durante el cual se empleará un número aproximado de 500 personas de diferentes oficios y especialidades. Durante la fase de funcionamiento se empleará un total de 40 personas que tendrán a su cargo las actividades de operación y mantenimiento de la Central.

Con base a precios de 2003, el costo de ejecución se ha estimado en 136 millones de US Dólares y el programa general de desarrollo del proyecto comprende:

- Estudio de factibilidad: marzo de 2001- febrero 2004
- Aprobación del Estudio ambiental y gestión de financiamiento: Dic. 2004 - mayo 2005
- Diseño detallado: Dic. 2004 - mayo 2006
- Licitación para construcción: Julio 2006 - febrero 2007
- Construcción: Abril 2007 - julio 2010
- Inicio de operaciones: Agosto de 2010

La realización del proyecto contempla la apertura y ampliación de calles de acceso a los sitios de las obras y mejora de calles de uso público, así como la construcción de infraestructuras consistentes en: campamento y oficinas para el contratista; construcción de dique y vertedero, construcción de casa de máquinas y de subestación, montaje e instalación de equipos mecánicos y eléctricos, construcción e instalación de la línea de transmisión, construcción de viviendas para la reubicación de 79 familias residentes en el área de formación del embalse, llenado del embalse, prueba general de funcionamiento de equipos de generación e inicio de operaciones de la Central.

La presa será de concreto de gravedad con un volumen aproximado de 370,000 m³, altura de 87.5 m y regulará el flujo promedio anual de 1,489 millones de metros cúbicos de agua mediante un embalse de 8.6 km² de superficie y una capacidad máxima de almacenamiento de 106 millones de metros cúbicos de agua.

Mediante el aprovechamiento de un caudal máximo de 100 m³/s de agua se generarán 220.6 GWh por año, con un generador principal con potencia nominal de 71,600 kVA. Para garantizar la continuidad de los diversos usos del río aguas abajo de la presa se instalará un generador secundario con potencia nominal de 1,510 kVA, accionado por un caudal ecológico de 2 m³/s, que se mantendrá permanentemente durante los meses de la época seca, en donde se han registrado valores de hasta 0.9 m³/s.

El objetivo fundamental del EsIA es efectuar una descripción y análisis de la magnitud de las obras a emprender y del medio ambiente en donde estarán situadas, lo que posibilita identificar y evaluar los posibles impactos negativos que puedan ocasionarse con su

ejecución y proponer las respectivas medidas ambientales para mitigar o compensar dichos impactos.

Como resultado de un análisis detallado, se ha concluido que el proyecto es factible técnica y financieramente, y con su ejecución se prevé una serie de beneficios económicos y sociales derivados principalmente por el aprovechamiento de los recursos hídricos disponibles y fortalecer con ello un sector tan importante como es el energético.

Mediante dicho análisis también se ha determinado que las centrales hidroeléctricas representan la mejor opción en términos de costo beneficio, en comparación con otras fuentes de generación energética, principalmente por la baja producción de compuestos contaminantes de la atmósfera conocidos como gases de efecto invernadero, como es el caso del dióxido de carbono. No obstante, como toda obra de ingeniería, con su ejecución se introducirán alteraciones significativas en los ecosistemas naturales en donde se construya, por eso, conscientes de la importancia de velar por la protección del medio ambiente y en cumplimiento de la normativa legal vigente se ha realizado el presente Estudio de Impacto Ambiental.

En la estructuración del informe ha participado un equipo amplio de profesionales y técnicos con características multi e interdisciplinarias, y se ha tomado como guía los términos de referencia propuestos por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, contando en todo momento con la participación de un equipo de profesionales a cargo de la ingeniería del proyecto y de la Unidad de Gestión Ambiental de CEL, con quienes se realizó trabajo de gabinete y se efectuaron numerosas inspecciones técnicas en el área de influencia, discutiendo y analizando aspectos constructivos de las diferentes obras, así como su incidencia en los diversos componentes del medio natural.

El análisis y valoración de los potenciales impactos ambientales se realizó mediante la aplicación de un instrumento de evaluación conocido como el Método MEL-ENEL, que ha sido desarrollado por el Ing. Manuel Enrique López, de nacionalidad costarricense, y consiste en la elaboración de matrices interactivas causa-efecto mediante las cuales se califica la importancia ambiental de cada impacto, valorándolo por medio de un número denominado Coeficiente de Significancia Relativa, lo que constituye una valoración integral del efecto que una determinada actividad puede generar en el ambiente.

El proceso de evaluación demostró que los principales impactos negativos por la ejecución de las obras estarán relacionados con el cambio permanente en el uso actual del suelo en un área de 8.6 km² ocasionada por la formación del embalse; con la remoción de significativos volúmenes de suelo para la cimentación de las obras; pérdida de la cubierta vegetal y de hábitat de vida silvestre en el área; desplazamiento de 79 viviendas, de una escuela rural y de dos casas de oración localizadas en la zona de influencia directa del proyecto y pérdida de espacios con importancia cultural y turística, como son los baños termales en Carolina.

Para prevenir, evitar o compensar la ocurrencia de potenciales impactos ambientales se propone una serie de actuaciones específicas para cada componente del medio afectado, que fundamentalmente consisten en la plantación de especies vegetales en las áreas inmediatas a las obras, así como la reforestación de 114 hectáreas en una franja de protección en el perímetro del embalse; establecimiento de un sitio para compensar por la pérdida de las fuentes termales en Carolina y la realización de actividades de

enriquecimiento de la población piscícola en el futuro embalse. El costo por la ejecución de estas medidas se ha establecido en US\$ 192,000 que constituye el monto de la fianza que deberá depositarse a favor del MARN.

Adicional a las medidas señaladas, se han identificado otras actuaciones de carácter ambiental estrechamente vinculadas con la ejecución del proyecto, como son el desarrollo de un programa para el reasentamiento de las familias localizadas en el área del futuro embalse, que contempla la construcción de un núcleo habitacional dotado con los servicios básicos; asignación de una compensación económica durante un año para cada jefe de familia reubicada,; construcción de dos puentes en tramos angostos del embalse; habilitar pasos para las personas en brazos del embalse; habilitación del dique como puente vehicular para comunicar por carretera los sectores localizados al norte y sur del río; mejoramiento de 33 km de calles públicas en la periferia del embalse; reubicación de una escuela de educación primaria y dos casas de oración; establecer y operar un sistema integrado de manejo de desechos sólidos y líquidos; establecimiento y capacitación para el desarrollo de programas de educación ambiental; apoyo a las municipalidades en la zona; establecimiento de un Sistema de Gestión Ambiental durante la fase de operación, que posibilite realizar el trabajo en armonía con el medio ambiente, en un proceso de mejora continua. Para la ejecución de estas medidas se dispone de un monto de US\$ 7,228,000, comprendido como costos directos de proyecto.

Se elaboró un programa de monitoreo, mediante el cual se verifique la ejecución de las medidas ambientales propuestas. También se presenta un Estudio de riesgos con sus respectivas medidas de contingencias y de prevención de accidentes para las fases de construcción, funcionamiento y ante un hipotético cierre de operaciones o abandono de la central.

Se concluye que no obstante los impactos negativos que la ejecución del proyecto puede ocasionar al medio ambiente, dichos impactos pueden verse compensados con las posibilidades de desarrollo local y nacional que supone el fortalecimiento del sector energético al entrar en operaciones la central, lo que implica mejorar significativamente las condiciones de vida de la población que haya resultado directamente afectadas por la ejecución del proyecto. Además, mediante la oportuna aplicación de las respectivas medidas de mitigación propuestas, los impactos negativos a ambiente pueden ser mitigados o compensados, de tal manera que finalizada la fase de construcción, los ecosistemas podrán recuperarse a corto o mediano plazo, permitiendo una gradual integración de las infraestructuras con el medio natural intervenido.

Capítulo 2
LEGISLACION Y NORMATIVA AMBIENTAL
APLICABLE AL PROYECTO

CONTENIDO

Capítulo 2	LEGISLACION Y NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE	
	AL PROYECTO	2-1
2.1	Aspectos generales	2-1
	2.1.1 Normativa salvadoreña	2-1
	2.1.2 Normativa internacional	2-7

Capítulo 2

LEGISLACION Y NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE AL PROYECTO

2.1 Aspectos generales

Al ser emitida por la Asamblea Legislativa en abril de 1998 y su posterior publicación en el Tomo No. 339 del Diario Oficial en mayo del mismo año, la Ley del Medio Ambiente se convirtió en el principal instrumento jurídico que regula lo concerniente a los aspectos ambientales en el país, y la institución responsable de su aplicación es el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

En la Ley se establecen los procedimientos fundamentales para normar la protección y control ambiental en general, y dentro de la estructura orgánica del MARN esta misión esta bajo la responsabilidad de la Dirección de Gestión Ambiental, que tiene entre sus funciones la de normar, planificar y fiscalizar el aspecto ambiental en las actividades de desarrollo. Uno de los objetivos más importantes de esta Dirección es lograr la participación de los diferentes sectores de la sociedad en las políticas de protección del medio ambiente.

Se hará referencia a la normativa legal relacionada con el Proyecto, comenzando con la Constitución Política de la República, continuando con la Ley del Medio Ambiente, su Reglamento General y Reglamentos Especiales, en donde se norma todo lo relacionado con los aspectos ambientales, así como otras leyes secundarias relacionadas con la actividad a realizar. También se hace referencia a convenios para normar el uso de aguas binacionales. En la Tabla 2.1 se presenta un resumen del contenido de la referida legislación.

Tabla 2.1 Normativa ambiental aplicable al proyecto

Institución	Normativa	Descripción	Regulación específica
2.1.1 Normativa salvadoreña			
Asamblea Legislativa	Constitución de la República de El Salvador (1983)	Base para cualquier disposición legal que se emita en el país.	<p>Art. 65. "La salud de los habitantes de la República constituye un bien público..."</p> <p>Art. 117. "se declara de interés social, la protección, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales" y define como responsabilidad del Estado, "proporcionar incentivos económicos y asistencia técnica necesaria para su conservación y aprovechamiento". Además se refiere que la regulación, conservación y mejoramiento de los recursos del medio ambiente serán objeto de Leyes Especiales.</p>
Ministerio de Medio Ambiente	Ley del Medio Ambiente, Decreto Legislativo No.233 (1998)	La Ley tiene por objeto desarrollar las Disposiciones para proteger, conservar y recuperar el medio ambiente.	<p>Art. 1 Toma las disposiciones de la Constitución Política de El Salvador y declara que es una "obligación básica del Estado, de los municipios y de los habitantes en general" la protección ambiental y la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en materia ambiental.</p> <p>Art. 3: Señala que la política nacional del medio ambiente será realizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y por el Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente.</p> <p>Art. 9. Establece que los habitantes tienen el derecho ha estar informados de las políticas, planes y programas relacionados con la salud y calidad de vida, así como a participar en las consultas cuando se vayan a otorgar concesiones para la explotación de recursos naturales.</p> <p>Art. 15. Establece que las obras de energía, comunicaciones, transporte y aprovechamiento de los recursos naturales, deben de incorporar el componente ambiental</p>

Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
 Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral

Institución	Normativa	Descripción	Regulación específica
			<p>Art. 19: Refiere que para el inicio y operación de actividades, obras o proyectos definidos en la Ley, se deberá contar con un Permiso Ambiental (PA), correspondiendo al MARN, emitir el referido permiso, previa aprobación del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) de la obra o proyecto. Con respecto al alcance del PA, la Ley hace referencia a la necesidad de incluir los elementos establecidos en el Programa de Manejo Ambiental (PMA) como componentes del EsIA, lo cual es una condición para otorgar el referido PA.</p> <p>Art. 20: Refiere que el permiso ambiental obligará al titular del proyecto a realizar todas las acciones de prevención, atenuación o compensación de los impactos ambientales negativos, establecidas en el PMA contenidos en el EsIA, el cual será aprobado como condición para otorgar el PA.</p> <p>Art. 21 h. Establece la necesidad de realizar EsIA para actividades como la construcción de presas, embalses y sistemas hidráulicos.</p> <p>Art. 21 n. Establece la necesidad de realizar el estudio de riesgos</p> <p>Art. 22 El titular de toda actividad, obra o proyecto deberá solicitar permiso al Ministerio de Medio Ambiente, para que este categorice la obra o proyecto de acuerdo su envergadura y a la naturaleza del impacto potencial.</p> <p>Art. 24 Norma la elaboración, evaluación y aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental.</p> <p>Art. 25 Se determina la herramienta de la consulta pública así como también el plazo de diez días para que cualquier persona que se considere afectada por el proyecto exprese sus opiniones o haga observaciones por escrito.</p>
Ministerio de Medio Ambiente	Ley del Medio Ambiente, Decreto Legislativo No.233 (1998)	La Ley tiene por objeto desarrollar las Disposiciones para proteger, conservar y recuperar el medio ambiente.	<p>Art. 1 Toma las disposiciones de la Constitución Política de El Salvador y declara que es una "obligación básica del Estado, de los municipios y de los habitantes en general" la protección ambiental y la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en materia ambiental.</p> <p>Art. 3: Señala que la política nacional del medio ambiente será realizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y por el Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente.</p> <p>Art. 9. Establece que los habitantes tienen el derecho ha estar informados de las políticas, planes y programas relacionados con la salud y calidad de vida, así como a participar en las consultas cuando se vayan a otorgar concesiones para la explotación de recursos naturales.</p> <p>Art. 15. Establece que las obras de energía, comunicaciones, transporte y aprovechamiento de los recursos naturales, deben de incorporar el componente ambiental</p> <p>Art. 19: Refiere que para el inicio y operación de actividades, obras o proyectos definidos en la Ley, se deberá contar con un Permiso Ambiental (PA), correspondiendo al MARN, emitir el referido permiso, previa aprobación del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) de la obra o proyecto. Con respecto al alcance del PA, la Ley hace referencia a la necesidad de incluir los elementos establecidos en el Programa de Manejo Ambiental (PMA) como componentes del EsIA, lo cual es una condición para otorgar el referido PA.</p> <p>Art. 20: Refiere que el permiso ambiental obligará al titular del proyecto a realizar todas las acciones de prevención, atenuación o compensación de los impactos ambientales negativos, establecidas en el PMA contenidos en el EsIA, el cual será aprobado como condición para otorgar el PA.</p> <p>Art. 21 h. Establece la necesidad de realizar EsIA para actividades como la construcción de presas, embalses y sistemas hidráulicos.</p> <p>Art. 21 n. Establece la necesidad de realizar el estudio de riesgos</p> <p>Art. 22 El titular de toda actividad, obra o proyecto deberá solicitar permiso al Ministerio de Medio Ambiente, para que este categorice la obra o proyecto de acuerdo su envergadura y a la naturaleza del</p>

Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral

Institución	Normativa	Descripción	Regulación específica
			<p>impacto potencial.</p> <p>Art. 24 Norma la elaboración, evaluación y aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental.</p> <p>Art. 25 Se determina la herramienta de la consulta pública así como también el plazo de diez días para que cualquier persona que se considere afectada por el proyecto exprese sus opiniones o haga observaciones por escrito.</p>
Ministerio de Medio Ambiente	Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente Decreto Legislativo No. 17 (2000)	Tiene por objeto desarrollar las normas y preceptos contenidos en la Ley, a la cual se adhiere como su instrumento ejecutorio principal.	<p>Capítulo I. Hace referencia al Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente.</p> <p>Capítulo II. Norma todo lo relacionado con la Evaluación Ambiental, estableciendo que su objetivo es desarrollar y hacer operativo todo lo referente al Sistema de Evaluación Ambiental en el marco del desarrollo sostenible.</p> <p>Art. 28 Se refieren a la necesidad de incluir en el EsIA el respectivo estudio de riesgos, y se presentan lineamientos para su elaboración.</p> <p>En los Artículos del 64 al 75 se refiere a la protección ambiental, entendida como la realización de actividades orientadas a la prevención y control de la contaminación.</p>
Ministerio de Medio Ambiente	Reglamento Especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos.	Su objetivo es reglamentar Ley del Medio Ambiente en lo referente a actividades relacionadas con sustancias, residuos y desechos peligrosos.	<p>Art. 2 Define que la autoridad competente para la aplicación del Reglamento es el MARN, en coordinación con las demás instituciones que tengan competencia, de acuerdo a sus leyes, sobre la materia que regula este Reglamento.</p> <p>En los siguientes capítulos se norma todo lo relacionado con la identificación, registro y tránsito de sustancias peligrosas, de tal manera que se garantice la protección de la salud humana y del medio ambiente.</p> <p>También se norma todo lo relacionado con la generación de residuos y desechos peligrosos (Capítulos III y IV). En los siguientes capítulos se hace referencia a las normas para el transporte, almacenamiento y manejo de desechos peligrosos; al tránsito y disposición final de desechos peligrosos y al transporte internacional de desechos peligrosos, e incluye una serie de disposiciones comunes relacionadas con sustancias, residuos y desechos peligrosos.</p>
Ministerio de Medio Ambiente	Reglamento Especial de aguas residuales	Su objetivo es velar porque las aguas residuales no alteren la calidad de los medios receptores.	<p>Art. 1 Establece que su objetivo es reglamentar la Ley del Medio Ambiente en lo referente a actividades relacionadas con sustancias, residuos y desechos peligrosos.</p> <p>Art. 4 Define que la autoridad competente para la aplicación del Reglamento es el MARN, en coordinación con las demás instituciones que tengan competencia, de acuerdo a sus leyes, sobre la materia que regula este Reglamento.</p> <p>Art. 5. Los titulares de obras o proyectos deberán considerar en su PMA la aplicación de las medidas de atenuación o compensación para el impacto negativo ocasionado sobre el recurso agua.</p> <p>En los siguientes capítulos se norma todo lo relacionado con la necesidad de instalara sistemas de tratamiento de aguas residuales y la disposición final de lodos provenientes de sistemas de tratamiento, así como el realizar análisis de las características del agua en laboratorios acreditados por CONACYT.</p> <p>También se norma lo relacionado con muestreos para calidad de agua, parámetros a considerar, frecuencia de muestreo y el registro de los resultados.</p>

Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral

Institución	Normativa	Descripción	Regulación específica
Ministerio de Medio Ambiente	Reglamento Especial sobre el control de las sustancias agotadoras de la capa de ozono	Su objetivo es regular en el país la importación y consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono.	<p>Art. 1 Establece que su objetivo es regular en el país la importación y consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono.</p> <p>Art. 2 Define que el Reglamento se aplicará toda persona natural o jurídica que importen y consuman sustancias agotadoras de la capa de ozono y sus mezclas.</p> <p>Art. 5 El MARN es la autoridad competente para aplicación del presente Reglamento.</p> <p>Art. 6. Identifica una serie de compuestos con su fórmula, nombre común, nombre comercial y código arancelario.</p> <p>Los siguiente artículos norma lo relacionado con formularios para importar este tipo de compuestos y la vigencia de licencia de importación.</p>
Ministerio de Medio Ambiente	Reglamento Especial de normas técnicas de calidad ambiental	Su objetivo es determinar directrices para el establecimiento de normas de calidad ambiental.	<p>Art. 2 El MARN en coordinación con CONACYT serán la autoridad competente para aplicación del presente Reglamento.</p> <p>Art. 3. Será le CONACYT la autoridad competente para el establecimiento de normas técnicas de calidad ambiental.</p> <p>Art. 9. Lista una serie de contaminantes del aire y establece los valores máximos permisibles</p> <p>Los siguiente artículos norma lo relacionado con emisiones por fuentes fijas, chimeneas y ductos, incineradores y la medidas correctivas. Establece límites permisibles para fuente móviles, normas para calidad de combustibles, control de ruidos, de olores contaminantes, calidad del agua como medio receptor estableciendo límites para determinados parámetros, así como calidad del suelo</p>
Ministerio de Medio Ambiente	Reglamento Especial sobre el manejo integral de desechos sólidos.	Su objetivo es regular el manejo de los desechos sólidos de origen domiciliario, comercial, de servicios o institucional.	<p>Art. 1 Las disposiciones del Reglamento se aplicarán en todo el territorio nacional y serán de observancia general y de cumplimiento obligatorio para toda persona natural o jurídica.</p> <p>Art.4. Establece la responsabilidad del MARN para determinar los criterios de selección de sitios para estaciones de transferencia, tratamiento y disposición final de desechos sólidos, así como de emitir permisos para todo programa de manejo de desechos sólidos.</p> <p>Art. 5 al 9. Norma lo relacionado con el manejo de desechos municipales.</p> <p>En los siguiente capítulos se norma lo relacionado con el tratamiento de desechos, disposición final, rellenos sanitarios y la vigilancia sobre la operación de rellenos sanitarios.</p>
Ministerio de Agricultura y Ganadería	Ley Forestal Decreto Legislativo No. 852 (2002)	Protección, incremento, manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos forestales	<p>Art. 23 Se declaran Áreas de uso restringido, las superficies de inmuebles en las que sus propietarios tendrán la obligación de manejar de manera sostenible la vegetación existente en: terrenos en una zona de 50 m medida horizontalmente a partir de su más alta crecida en tiempo normal de los lagos y lagunas naturales y de las riberas de los embalses artificiales construidos por el Estado, la cual deberá estar arbolada permanentemente.</p>
	Ley de Conservación de Vida Silvestre Decreto legislativo No. 844 (1994)	Objeto de la Ley: protección restauración, manejo, aprovechamiento y conservación de la vida silvestre.	<p>Art. 1 Protección, restauración, manejo, aprovechamiento y conservación de vida silvestre</p> <p>Art. 3. Categorizar la vida silvestre como parte del patrimonio natural de la Nación.</p> <p>Art. 9. - Las especies de vida silvestre incluidos en los listados de especies amenazadas o en peligro de extinción, que sean registradas en tales categorías ser n sujetas a las regulaciones específicas sobre su protección.</p> <p>Incluye la regulación de actividades como la cacería, recolección y comercialización y demás formas de uso y aprovechamiento de este recurso</p>

Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral

Institución	Normativa	Descripción	Regulación específica
	Ley de Riego y Avenamiento Decreto Legislativo No. 153 (1970)	Aprovechamiento y distribución del recurso agua.	<p>Art. 11. - Las concesiones se otorgan por Acuerdo del Poder Ejecutivo en el Ramo de Agricultura y Ganadería, para un plazo no mayor de cincuenta años. El estado debe responder de los perjuicios que le sobrevengan al concesionario por la falta o disminución del caudal expresado en la concesión, excepto cuando dicha falta o disminución se deba a causas naturales o a acción de terceros. Las concesiones podrán ser renovadas por períodos iguales sucesivos.</p> <p>Art. 12. - El derecho de uso de agua conferido mediante permiso o concesión es en beneficio exclusivo del inmueble o inmuebles a que el permiso o concesión se refiere.</p>
	Ley General de las Actividades Pesqueras Decreto No 799 (1981)	El objeto de esta Ley es fomentar y regular la pesca y la acuicultura para un mejor aprovechamiento de los recursos y productos pesqueros	<p>Art. 11. La Dirección General de Recursos Pesqueros será la dependencia del Ministerio de Agricultura y Ganadería encargada de la administración y aplicación de esta Ley y tendrá entre otras las atribuciones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ejecutar los planes y programas sectoriales de desarrollo de las actividades pesqueras; ▪ Regular las actividades extractivas de los recursos pesqueros en función de sus reservas; ▪ La investigación y fomento de las actividades pesqueras y las relacionadas con éstas; ▪ Capacitación, asistencia y asesoría técnica a los participantes en las actividades pesqueras; ▪ Colaborar con otros organismos en el fomento de la industrialización y consumo de los productos pesqueros; ▪ Tramitar y resolver las solicitudes de otorgamiento de permisos y licencias de pesca y de la acuicultura.

Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral

Institución	Normativa	Descripción	Regulación específica
Municipalidades	Código Municipal Decreto Legislativo No.274 (1986)	Desarrollo de los principios constitucionales de organización y autonomía municipal	<p>Art. 4 Determina la competencia de los municipios.</p> <p>Art. 10 Incremento a la Protección de los recursos renovables y no renovables.</p> <p>La facultad de establecer ordenanzas para normar las actividades en la municipalidad.</p>
CEL	Ley de Expropiación y de Ocupación de Bienes por el Estado Decreto Legislativo No.33 (1939)	Determina la posibilidad del Estado de expropiar bienes para proyectos de utilidad pública.	<p>Art. 2 Declaratoria de utilidad pública de las obras para producción, transmisión y distribución de energía eléctrica para uso público, en cualquier forma.</p> <p>Art. 3 Se deberá primero llegar a un acuerdo sobre el precio.</p> <p>Art. 4 Requisitos para realizar expropiación forzosa.</p>
Superintendencia de Electricidad y Telecomunicaciones	Ley General de Electricidad Decreto Legislativo No.843 (1996)	El estado es el responsable de promover el desarrollo económico y el uso racional de los recursos	<p>Art. 2 c Uso racional y eficiente de los recursos</p> <p>2 d Fomento del acceso al suministro de energía eléctrica para todos los sectores de la población</p> <p>Art. 5. el requerimiento de concesión otorgado por SIGET para el uso d recursos hidráulicos</p> <p>Art. 13 ente los requerimientos para obtener la concesión de explotación de los recursos hidráulicos</p> <p>b) el estudio de factibilidad del proyecto incluyendo memoria descriptiva y planos correspondientes</p> <p>c) el EsIA previamente aprobado por las autoridades competentes conteniendo la evaluación sistemática de los efectos del proyecto y de sus obras anexas, en etapas de construcción, operación y abandono, la comparación de las distintas operaciones existentes y la toma de medidas preventivas y el diseño de las acciones para mitigar los efectos adversos</p>
		De las sanciones	<p>Art. 104 Infracciones graves:</p> <p>b) Realizar estudios de bienes del Estado sin autorización de la SIGET, encaminados al establecimiento de instalaciones de generación de energía eléctrica</p> <p>Art. 105 Infracciones muy graves:</p> <p>b) Explotar recursos hidráulicos o geotérmicos para la generación de energía eléctrica sin tener concesión para ello;</p> <p>i) Interconectar instalaciones de transmisión o distribución sin acuerdo con el propietario de la red;</p>
	Reglamento de la Ley General de Electricidad. Decreto Ejecutivo 70. Diario Oficial tomo 336 25 de julio de 1997	Desarrollo de procedimientos en la Ley General de Electricidad	<p>Art. 8 Las entidades interesadas en realizar estudios para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica utilizando recursos hidráulicos o geotérmicos en bienes nacionales de uso público o del Estado, deberán presentar a la SIGET</p> <p>b) detalle del área geográfica en la que se realizará el estudio incluyendo la nómina de bienes nacionales o de uso público o del Estado en los que estos se harán.</p> <p>c) Naturaleza tipo y detalle del recurso a estudiar, y</p> <p>d) Descripción del tipo de estudio a realizar, y plazo estimado de duración de los mismos</p> <p>Art. 11 En el permiso que se otorgue se expresará claramente que el mismo no es exclusivo para la realización de estudios del recurso de qu3 se trate. Asimismo que dicho permiso no faculta a ingresar en bienes raíces propiedad de particulares sin el acuerdo previo con esos</p>

Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
 Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral

Institución	Normativa	Descripción	Regulación específica
			Art. 12 Concesión es el acto otorgado por la SIGET, por el que se faculta a un particular para explotar un recurso hidráulico o geotérmico determinado, con la finalidad de generar energía eléctrica.
CONCULTURA	Ley Especial de Protección al Patrimonio Cultural y su Reglamento. Decreto No. 29 (1998)	Protección del Patrimonio cultural de El Salvador.	Art. 9 Bienes de propiedad pública y bienes de propiedad privada. Art. 13 Se requiere autorizaciones para investigaciones y excavaciones de interés arqueológico o histórico. Art. 27 autorización del Ministerio para realizar investigaciones, estudios e intervención de bienes culturales, por entidades nacionales o extranjeras. Art.30 Medidas de Protección cuando el bien cultural este en peligro inminente de sufrir daño o de ser destruido.

2.1.2 Normativa internacional

Ministerio de Relaciones Exteriores	Convención para la protección y uso de aguas transfronterizas y lagos internacionales (Helsinki, 1992)	Lineamiento para uso de aguas o ríos internacionales	Capítulo 1, artículos 1 al 3 proporcionan la información de la delimitación de cuencas de drenajes internacionales. Capítulo 2, artículos 4 al 8 , trata sobre la utilización equitativa de las aguas de una cuenca de drenaje internacional. Capítulo 3, artículos 9, y 11 , enmarcan la responsabilidad de controlar y prevenir la contaminación provocada al río. Capítulo 6, artículos 26 al 33 , presenta los procedimientos para la prevención y establecimientos de conflictos.
Ministerio de Relaciones Exteriores	Convenio para la protección de humedales de Importancia Internacional, especialmente Aves Acuáticas (RAMSAR/UNESCO, 1971)	Es un tratado intergubernamental, conocido como Convención Relativa a los Humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas.	Se define un humedal como: "extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficiales cubiertas de aguas, sean estas de régimen natural y artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros" Humedales artificiales: son aquellos construidos por el ser humano que poseen las características estructurales y funcionales de un ecosistema. Pueden cumplir funciones ecológicas sin la intervención humana. Ejemplos: embalses, lagos, lagunas, lagos, sistemas de canales entre otros
Ministerio de Relaciones Exteriores	Corredor Biológico Mesoamericano	Zonas de ordenamiento territorial diferenciadas.	Definiciones de Zonas diferenciadas: Zonas núcleo Las zonas núcleo son lugares designados como "áreas protegidas". Su propósito es lograr que los bosques, los humedales, estuarios costeros, arrecifes de coral y otros hábitats silvestres continúen manteniendo la biodiversidad y generando servicios ambientales para la gente que vive dentro de ellos o en sus alrededores y aún más allá. Típicamente estas zonas incluirían los nacimientos de los ríos que abastecen de agua a los pueblos, el riego, los proyectos hidroeléctricos y la industria. Zonas de amortiguamiento EL segundo tipo de designación de tierras dentro de la iniciativa del CBM está configurado por las zonas geográficas que rodean las áreas protegidas y que se conocen como zonas de amortiguamiento. Su propósito es crear un espacio físico entre aquellas zonas protegidas que contienen principalmente tierras silvestres, y las áreas adyacentes que exhiben fincas, bosques aprovechados y otras actividades humanas. Estos anillos de tierras y aguas alrededor de las zonas núcleo se manejan con el objetivo de que filtren o absorban los efectos negativos que se manifiestan en cualquier dirección.

Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral

Institución	Normativa	Descripción	Regulación específica
Ministerio de Relaciones Exteriores	Convenio sobre la Diversidad Biológica y Recomendaciones del Informe de la Comisión Mundial de Represas Montreal, 12-16 de marzo de 2001. Tema 3.4 del programa provisional*	Enlaces entre las recomendaciones de la comisión mundial de represas y el programa de trabajo sobre la diversidad biológica de ecosistemas de aguas continentales	Establece como prioridades estratégicas: a. Obtener la aceptación pública <ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis de interesados ▪ Procesos negociados de toma de decisiones ▪ Consentimiento libre, previo y fundamentado b. Evaluación exhaustiva de las opciones: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluación estratégica de impactos respecto a cuestiones ambientales, sociales, de salud y del patrimonio cultural ▪ Evaluación de impactos en el ámbito de proyecto para cuestiones ambientales, sociales, de salud y del patrimonio cultural c. Conservación de los ríos y los medios de subsistencia d. Reconocimiento de los derechos y participación en los beneficios e. Garantizar el cumplimiento f. Compartir los ríos para la paz, desarrollo y seguridad
Ministerio de Relaciones Exteriores	Política Centroamericana para la conservación y el uso racional de los Humedales Consejo de ministros de la CCAD. XXXIII reunión ordinaria (Nicaragua, julio 2002)	Propone que los Estados centroamericanos fortalezcan su acción conjunta como región, con miras a conservar y utilizar racionalmente los humedales y a cumplir con los compromisos de la Convención de Ramsar.	La meta de la Política es la de Fortalecer la conservación y utilización racional de los humedales de la región por medio de la acción y cooperación entre países para el bienestar de las presentes y futuras generaciones de la población centroamericana. Se presenta la acción de la población y de los Estados Centroamericanos sobre los humedales y las organizaciones no gubernamentales, una descripción de los beneficios que brindan estos ecosistemas, así como sus principios rectores. Establece como objetivos: Impulsar la valoración económica de los humedales de aplicabilidad regional, como un instrumento eficaz de facilitación en la toma de decisiones políticas. Apoyar la implementación de las resoluciones en la región de la Convención de Ramsar, Convención sobre la Diversidad Biológica, Convenio de lucha contra la Desertificación y Sequía, Convenio de Cambio Climático, Convención Interamericana para la Protección de Tortugas Marinas, Convenio de Cartagena, entre otros relacionados con la conservación y manejo racional de los humedales. Fortalecer la participación informada y en tiempo oportuno de las comunidades locales y pueblos indígenas en la conservación y uso racional de los humedales.

Capítulo 3
DESCRIPCION DEL PROYECTO

CONTENIDO

Capítulo 3 DESCRIPCION DEL PROYECTO	3-1
3.1 Fase de construcción	3-1
3.1.1 Obras civiles	3-1
3.1.2 Revegetación.	3-11
3.1.3 Rutas para el transporte de maquinaria	3-11
3.1.4 Equipos eléctricos y mecánicos.....	3-12
3.1.5 Pruebas y puesta en marcha.....	3-13
3.1.6 Costo por ejecución	3-13
3.1.7 Tiempo de ejecución	3-14
3.2 Fase de operación	3-16
3.3 Fase de abandono	3-17
3.4 Evaluación económica-financiera	3-17
3.4.1 Evaluación económica.....	3-17
3.4.2 Evaluación financiera	3-22

Capítulo 3

DESCRIPCION DEL PROYECTO

El Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral consiste en la construcción y puesta en operación de una central hidroeléctrica que estará localizada en la zona baja de la cuenca hidrográfica del río Torola, entre los municipios de San Luis de La Reina y Carolina, cuyo embalse se extiende hasta el municipio de San Antonio del Mosco, en el departamento de San Miguel. La cuenca en referencia está localizada en la región noreste de El Salvador, y el sitio de la presa se encuentra entre los paralelos 13°50' y 13°53' de latitud Norte y entre los meridianos 88°22' y 88°16' de longitud Oeste. Con el proyecto se pretende aprovechar un caudal máximo de 100 m³/s para obtener una potencia máxima de 64.4 MW, para una generación anual promedio de 231.2 GWh, que incluye la generación obtenida por el aprovechamiento de un caudal ecológico de 2 m³/s, que fluirá permanentemente mientras la central no esté en operación.

El eje de presa estará situado en un sitio localizado a 300 m aguas arriba de la línea fronteriza con Honduras y reúne las condiciones topográficas y geológicas adecuadas, como son: márgenes cerradas, ya que en el sitio seleccionado el lecho del río tiene unos 30 metros de ancho y en ambas márgenes se encuentran pendientes muy escarpadas, lo que determina una longitud relativamente corta del cuerpo de la presa; un lecho rocoso suficientemente resistente al peso y anclaje de las estructuras y con buenas propiedades de impermeabilidad que impiden las filtraciones y fugas de agua.

El acceso al sitio del proyecto puede ser transitando sobre la Carretera Panamericana (CA-1) en ruta San Salvador-San Miguel, tomando el desvío de El Triunfo-Sesori-San Luis de La Reina y de allí al sitio de presa. También, transitando por la CA-1 a la altura del km 105, en el desvío a las ciudades de El Triunfo-San Luis de La Reina y de allí al sitio de presa. La ubicación geográfica del sitio del proyecto se muestra en la figura 3.1.

3.1 Fase de construcción

Se describen a continuación los principales componentes del proyecto y sus características constructivas.

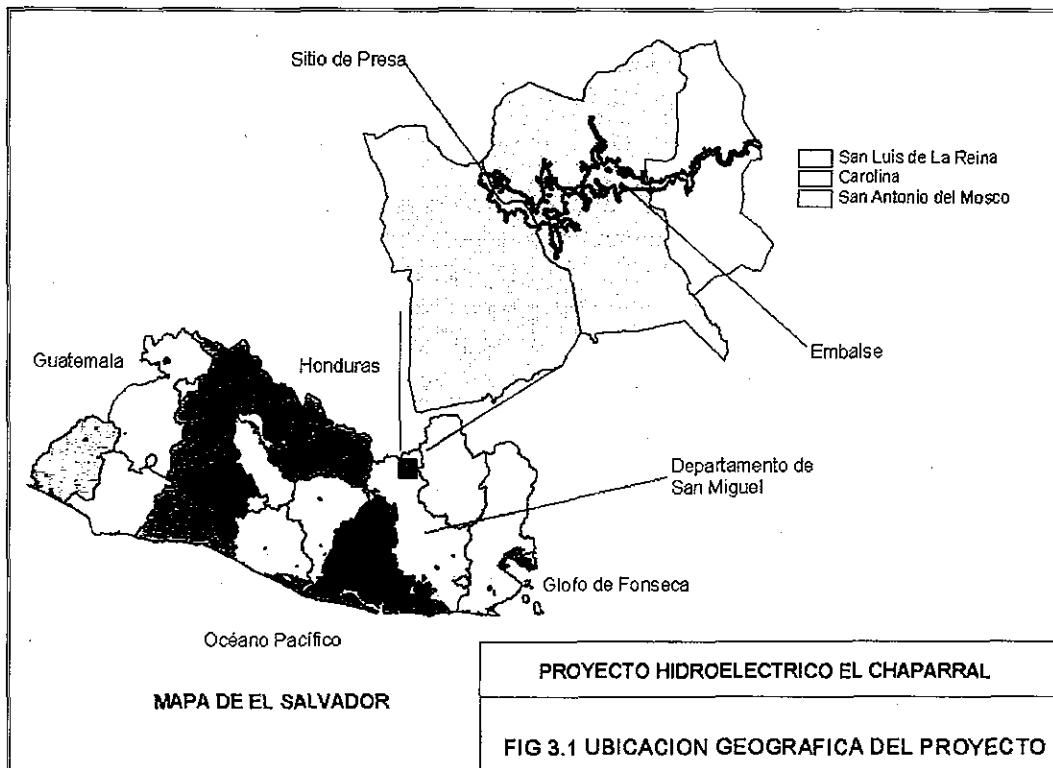
3.1.1 Obras civiles

Las principales obras civiles a ejecutar son las siguientes:

A. Presa

La presa comprende tres secciones: a) en la parte media estará una estructura de concreto de gravedad que constituye el vertedero de 90 m de longitud, con 5 compuertas; b) en ambos

costados del vertedero se inician las secciones del dique orientadas hacia las márgenes derecha e izquierda, que será conformado con concreto compactado con rodillo y alcanzará la elevación de 214.5 metros sobre el nivel del mar (msnm). La longitud total de la presa en la cresta será de 405 m y desde el lecho rocoso hasta la cresta tendrá 87.5 m de altura y un volumen aproximado de 370,000 m³. Para su cimentación se hará una excavación de 5 m de profundidad en el lecho del río, 15 m en la margen izquierda y 30 en la margen derecha, con extracción estimada de materiales de 2,500 m³/día. Los estudios preliminares han determinado que el volumen de materiales provenientes de las excavaciones será de 311,200 m³. La aplicación de concreto en el dique se hará en forma continua durante las 24 horas del día. En la figura 3.2 se presenta el diseño de la presa y sus componentes principales.

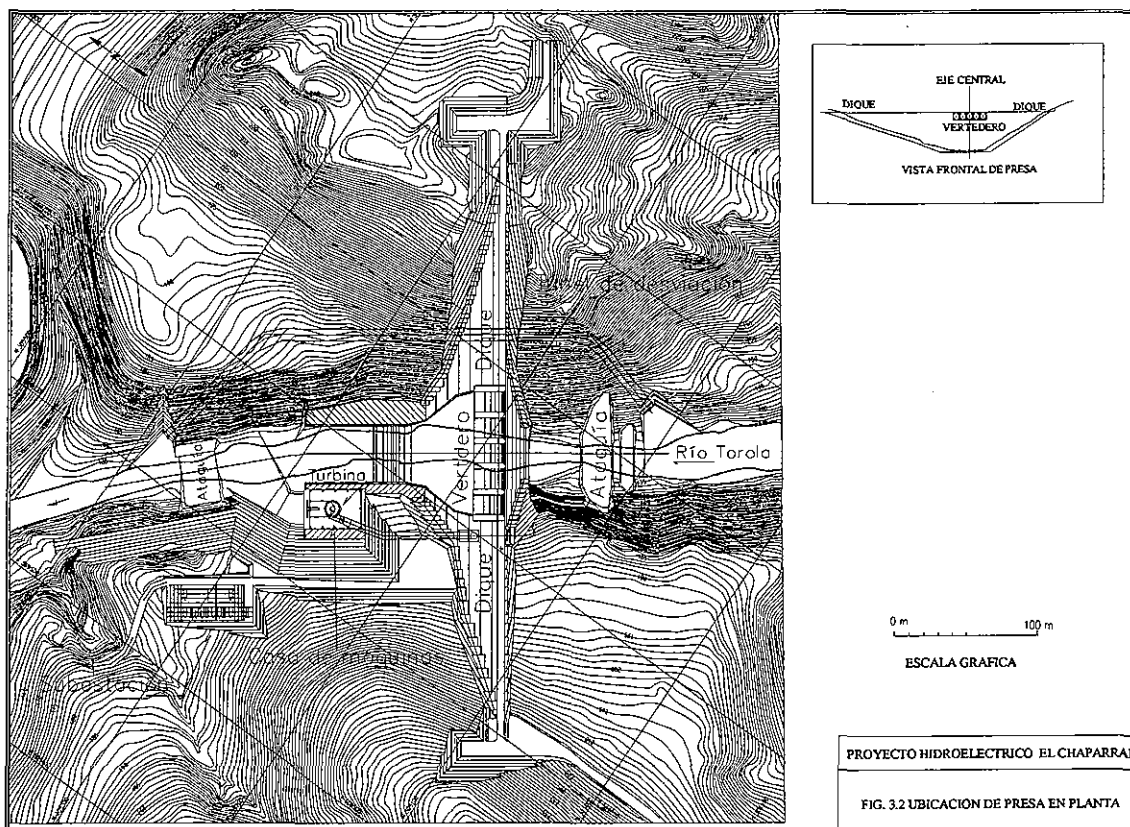


B. Vertedero

El vertedero poseerá 5 compuertas radiales de acero de 13.2 m de ancho por 15.2 m de altura, con mecanismo hidráulico para apertura y cierre, tendrá 90 m de ancho y un canal pared que reduce la superficie de caída del agua para que coincida con el ancho del cauce del río aguas abajo. Para disipar la energía del agua vertida, en la base del vertedero habrá una estructura deflectora tipo trampolín que amortiguará el resalto hidráulico de la caída del agua. En la figura 3.3 se presenta la sección típica del vertedero mostrando sus niveles de operación.

Para determinar el caudal de diseño del vertedero se analizaron dos criterios: el primero es aplicar directamente la crecida máxima probable de 6,484 m³/s y el segundo es reducir el pico de la crecida de diseño por los efectos de sobrealmacenamiento de agua en el embalse y utilizar un caudal menor que la crecida máxima probable. Para prevenir dificultades

relacionadas con el exceso de almacenamiento de agua debido a la restricción topográfica se seleccionó el primer criterio.

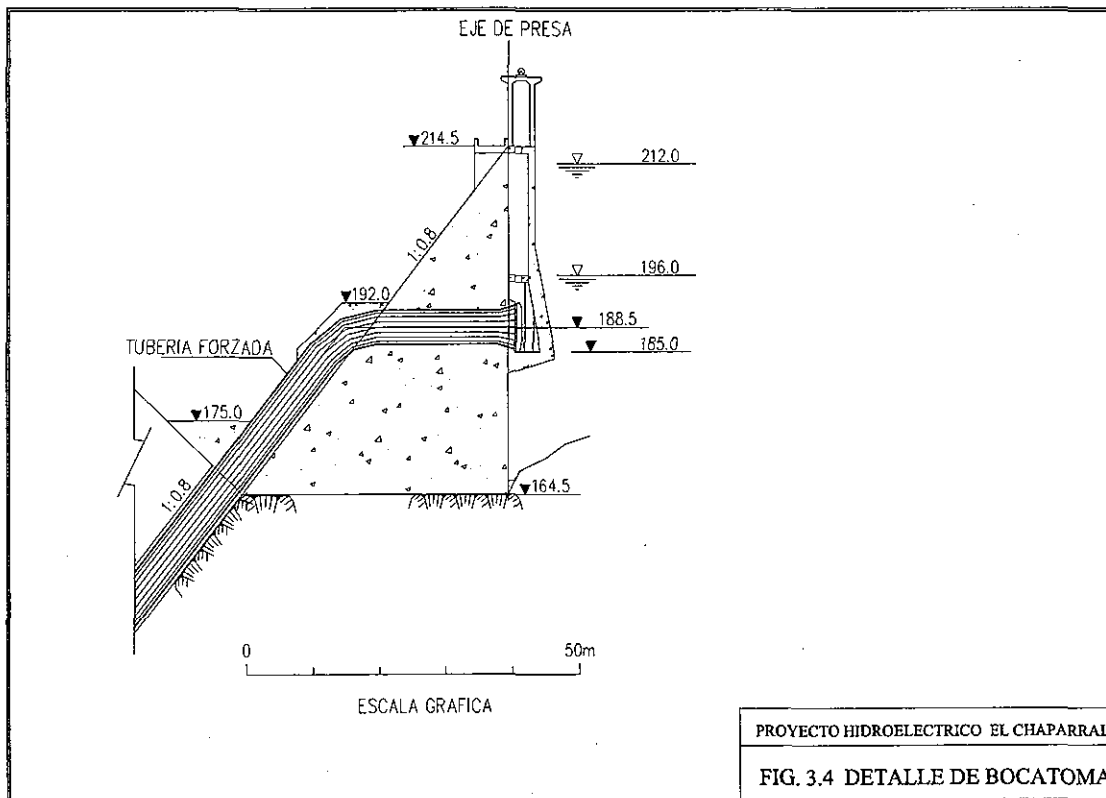
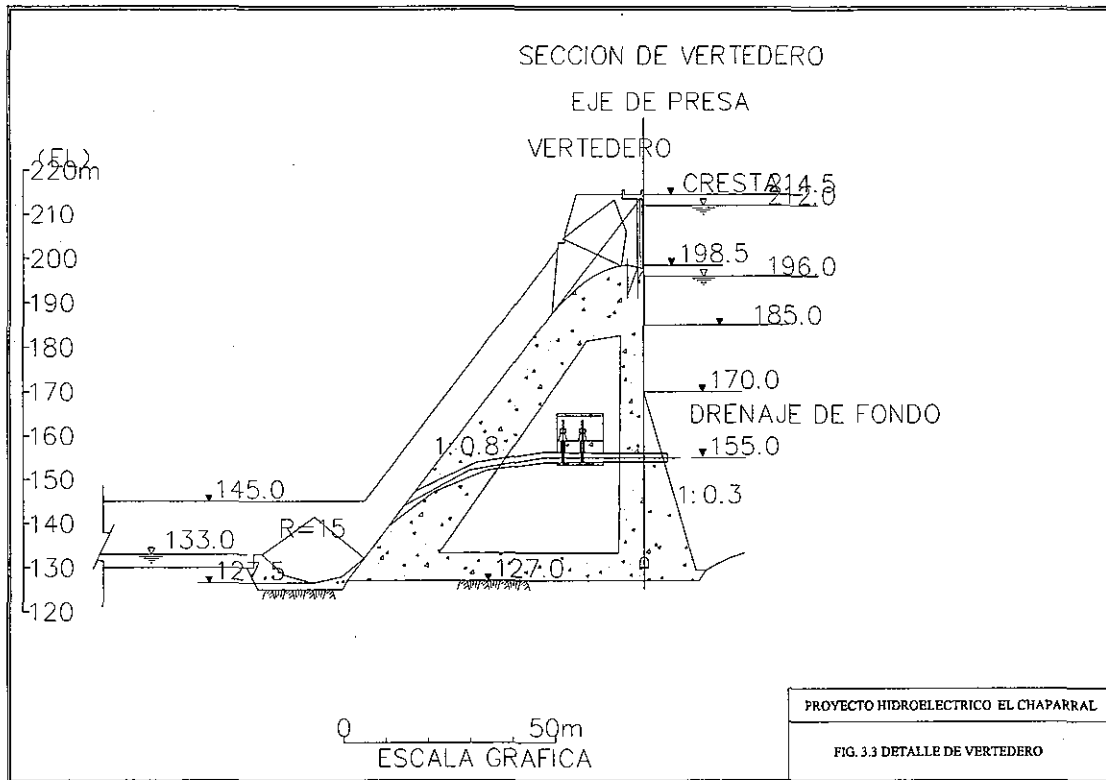


C. Obra de toma y Tubería forzada

La obra de toma estará incorporada en la presa y ubicada en la margen izquierda, de 10 m de ancho por 10 m de altura, con una compuerta de 7 m de ancho por 7 de altura, su forma será de tipo campana con una estructura que permite al agua alcanzar una velocidad de 1 m/seg en las rejillas. La bocatoma estará equipada con compuerta de desagüe.

La tubería forzada se inicia en la obra de toma, atraviesa horizontalmente el cuerpo de la presa, hasta llegar a la turbina (caída bruta de 74m). La tubería forzada será de acero embutido y tendrá longitud total de 144.5 m y diámetro interno óptimo de 5 m.

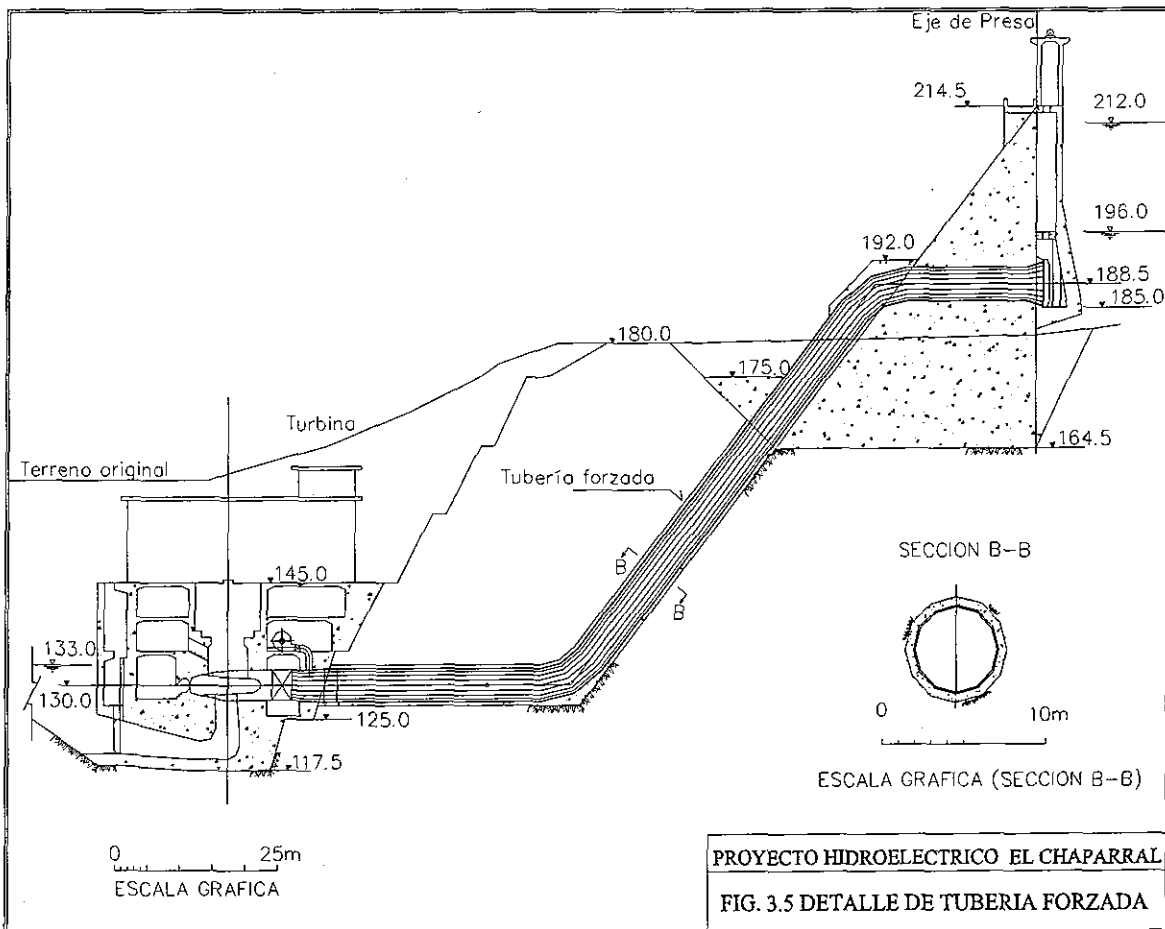
Al final de la tubería forzada se encuentra la válvula que da paso al caudal ecológico de 2 m^3 , que fluirá permanentemente durante la época seca. En las figuras 3.4 y 3.5 se presentan detalles de la obra de toma y de la tubería forzada.



D. Casa de máquinas y canal de descarga

La casa de máquinas consiste en una estructura de concreto reforzado, de 36 m de largo por 26 m de ancho y 16 m de altura. Debido a las condiciones geológicas favorables y facilidad de acceso, la casa de máquinas estará ubicada al pie de la presa, en la margen izquierda del río. Se ha considerado un tipo de casa de máquinas semi enterrada, por lo que se hará una excavación escalonada de unos 40 m de profundidad la estructura estará por debajo del nivel del suelo.

En la casa de máquinas se instalará una turbina principal con potencia de 65,900 kW y una turbina secundaria para generar con el caudal ecológico, con potencia de 1,420 kW. De igual manera habrá un generador con potencia nominal de 71,600 kVA y un generador secundario de 1,510 kVA, que generará para consumo interno en la central y para apoyar proyectos de electrificación en la zona. Además se instalarán todos los equipos y sistemas necesarios para la adecuada operación de la central.



E. Túnel de desviación

Para la realización de las obras de construcción de la presa y casa de máquinas, será necesario desviar el caudal del río, por lo que en las estribaciones de la margen derecha se construirá un túnel de 383.5 m de largo y 8 m de diámetro. Para orientar la desviación del agua, se construirá un dique pequeño, llamado ataguía, de 77 m de largo por 19 m de alto. Esta estructura orienta el caudal del río hacia el túnel. Debido a correntadas en la época lluviosa, podrían afectar los trabajos de construcción de la presa, pero sería posible reanudarlos con la recuperación de las facilidades temporales. Para diseñar la desviación del caudal se ha considerado una crecida con período de retorno de un año, de 728 m³/s.

La apertura del dique se trabajará las 24 horas del día y requerirá el uso de dinamita para efectuar explosiones controladas, la perforación se hará a un ritmo de 6 m al día.

De igual manera, para protección de las obras de construcción debido al retorno por el lecho natural del río del agua evacuada por el túnel, inmediatamente aguas arriba de la salida del túnel se construirá otra ataguía de concreto de 43.5m de largo por 5 m de alto, que permitirá que el agua fluya aguas abajo del sitio de las obras por el cauce natural del río. El diseño de estas obras se muestra en la figura 3.2.

F. Area de préstamo

Como fuente de agregados para concreto se ha encontrado un área de aproximadamente 120,000 m², localizada a unos 2 km aguas arriba del sitio de presa. La disponibilidad de agregados se ha determinado en 320,000 m³. En la figura 3.6 se muestra las áreas de préstamo y las áreas temporales que serán utilizadas durante la fase de construcción.

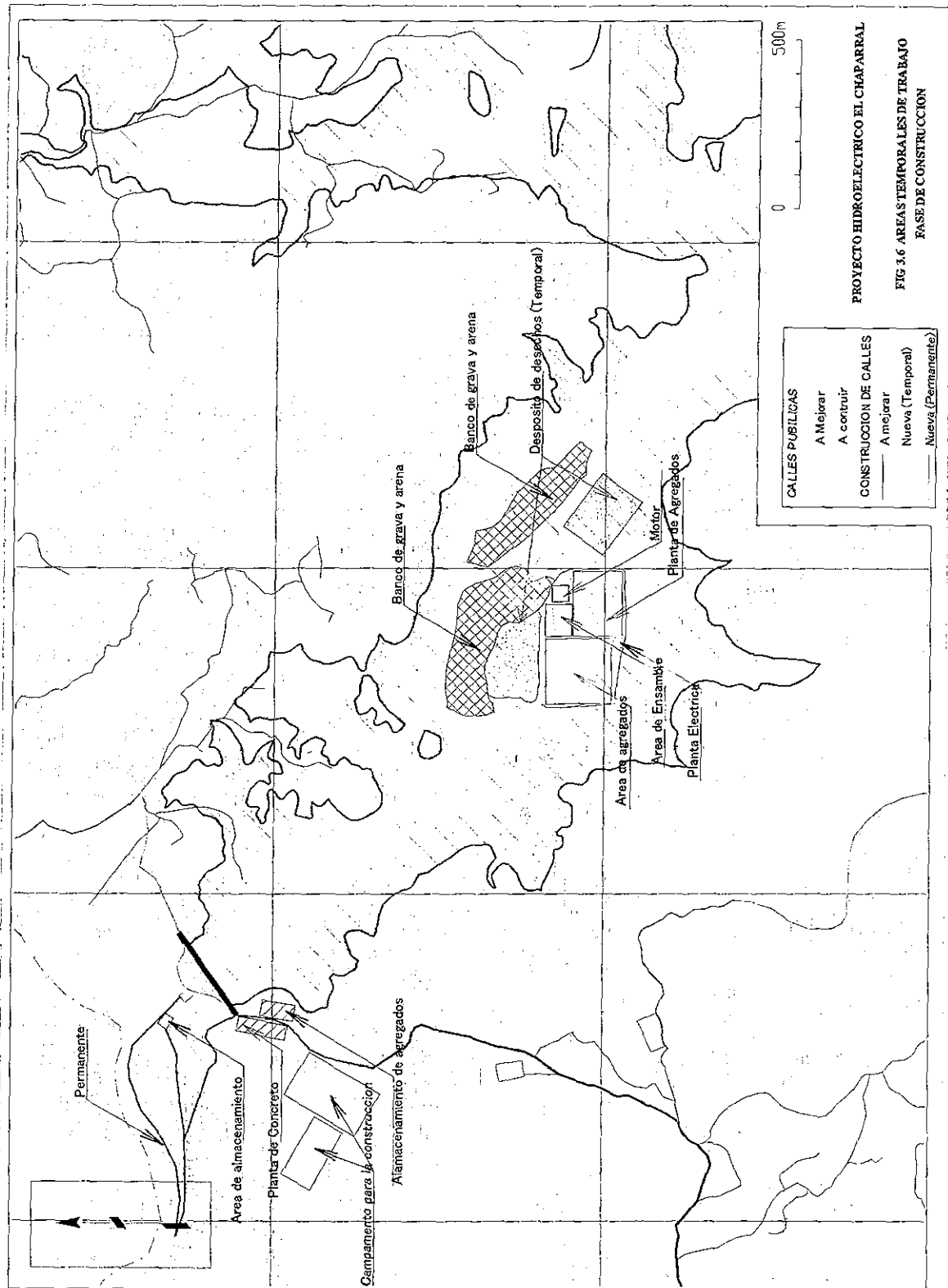
G. Area administrativa y campamento

En la margen izquierda, aproximadamente a 600 m del sitio de presa, se construirán instalaciones provisionales para uso de la CEL y el Contratista que comprenden las oficinas administrativas, así como bodegas, campamento e instalaciones para preparación y toma de alimentos. Estas instalaciones estarán en dos áreas contiguas, una de 37,500 m² y otra de 20,000 m², en donde se construirá una fosa séptica. En otras áreas de la obra en donde permanezcan grupos de trabajadores por cortos períodos de tiempo, se construirán letrinas de fosa.

En relación con los servicios básicos, los municipios inmediatos poseen cobertura de los principales servicios, como energía eléctrica y telefónico. El agua será suministrada por medio de un pozo perforado o agua de quebradas cercanas.

Las instalaciones administrativas y campamento que usará durante la fase de construcción, serán habilitadas para utilizarlas como residencia de los trabajadores durante la fase de operación.

Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
 Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral



H. Calles de acceso al sitio

No obstante que existen calles que conducen hacia diferentes lugares en las proximidades del río Torola, para el acceso a los sitios de las obras será necesario la ampliación, mejora y apertura de calles. Se ha determinado la apertura de 3 km de calle (6 m de ancho) para uso permanente, dentro de las cuales se incluyen las obras de paso; 2 km para uso temporal (6 m de ancho), mientras duran las obras de construcción y la mejora de 6 km de la calle existente (11m de ancho) desde San Luis de La Reina hasta el sitio de presa.

La cresta de la presa será utilizada como vía de comunicación para las poblaciones localizadas en ambos lados del río Torola.

I. Formación del embalse

Tal como han sido diseñadas, la ejecución de las obras conducirá a la retención y acumulación del caudal del río y a la formación de un embalse que se extenderá, desde el sitio de presa, 11 km aguas arriba sobre el lecho del río, hasta las proximidades del lugar conocido como Paso de la Honda. Tendrá 8.6 km² en el nivel máximo. El nivel mínimo del embalse estará en la elevación 196 msnm y el máximo a 212 msnm, con capacidad máxima de almacenamiento de 189 millones de m³ de agua. El embalse intervendrá áreas de los municipios de San Luis de La Reina, Carolina y San Antonio del Mosco. En la figura 3.7 se muestra el área que será cubierta por el embalse.

En época seca, el embalse principalmente operará durante las horas pico, aproximadamente de 6 a 9 pm, con un caudal de unos 70 m³/s. Durante la época lluviosa, podrá operar también en horario fuera de pico, con un caudal máximo de 102 m³/s (100 m³ para la turbina principal y 2 m³ por el caudal ecológico).

J. Subestación

La subestación ocupará un área de 1,200 m², y estará localizada en la margen izquierda, aproximadamente a 60 m de la casa de máquinas; constará de interruptores, torres metálicas y el equipo necesario para la conexión con la línea de transmisión por donde se transportará la energía generada.

K. Línea de transmisión

De la subestación partirá una línea de transmisión de 115 kV por un trayecto de 43 km hacia la subestación 15 de Septiembre localizada al suroeste, de donde la energía generada se integrará a la red nacional de distribución. Los conductores serán sostenidos por torres de enrejado de hierro. Para la construcción de la línea de transmisión se hará el respectivo Estudio de Impacto Ambiental.

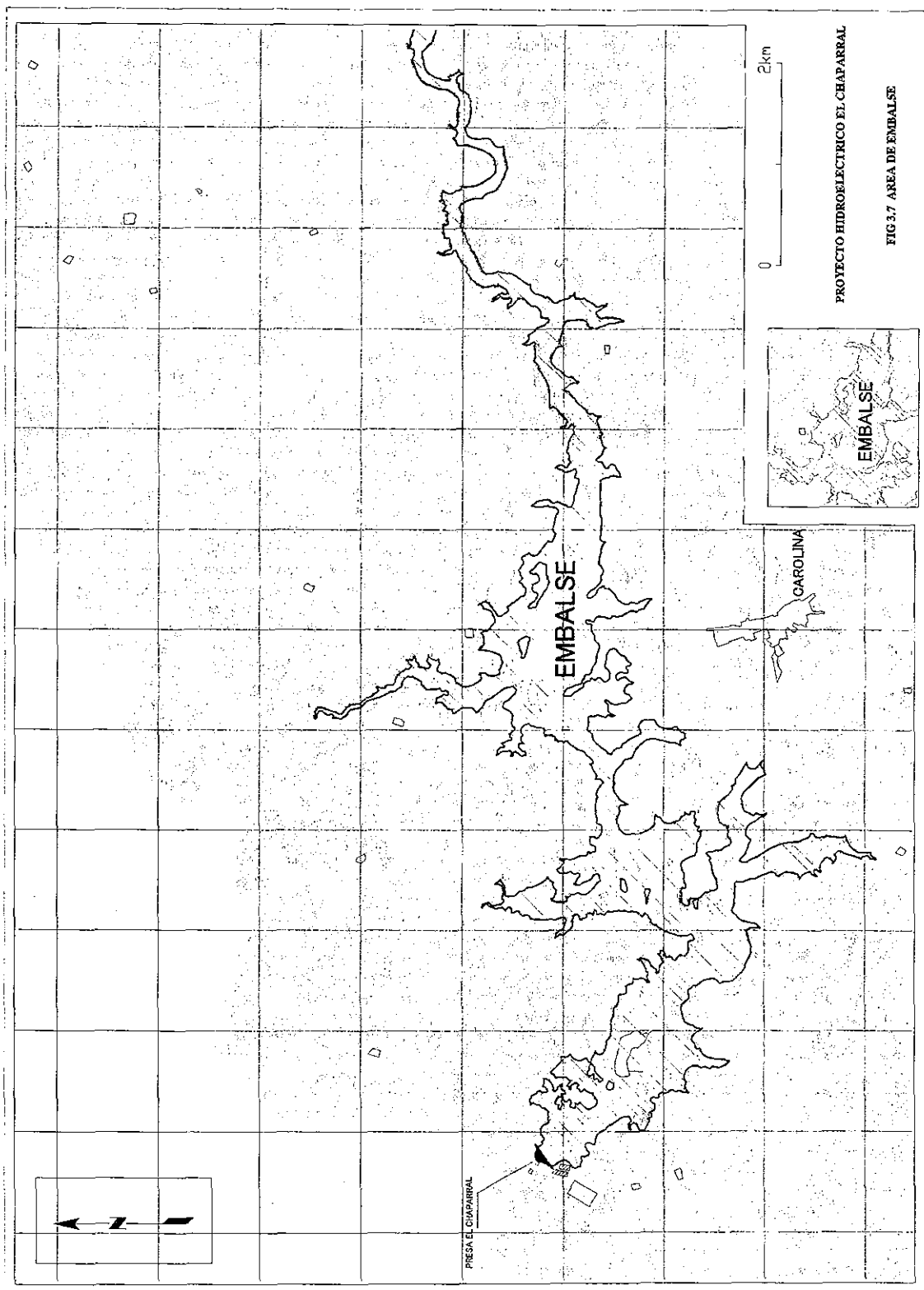
En general, los equipos y materiales a utilizar para la instalación y puesta en operación de la central y sus componentes, serán manufacturados de acuerdo con especificaciones técnicas establecidos para cada estructura en particular.

L. Llenado del embalse

Finalizadas las obras, se procederá al cierre del túnel de desviación para iniciar el llenado del embalse, tapando la entrada del túnel de desviación y se colocará el concreto en el interior del túnel para impedir la fuga de agua del embalse. Se desarrollará el relleno de embalse, supervisando el ritmo con el que suba el nivel de agua y descargando el agua según su necesidad mediante un sistema de descarga incorporado en el cuerpo de la presa. Está programado el inicio del relleno de embalse a partir de febrero y el agua alcanzará el nivel máximo (212 msnm) a finales de mayo..

M. Reubicación

Para la reubicación de las familias directamente afectadas por la ejecución del proyecto, se desarrolla un programa informativo entre los pobladores, mediante el cual se les explican las alternativas que se consideran para este fin, entre las que se contempla la construcción de un número de viviendas similar al número de familias a reubicar.



3.1.2 Revegetación.

El Contratista plantará determinadas especies vegetales principalmente en las áreas en donde se establezcan las oficinas administrativas y el campamento. Las especificaciones para la realización de esta actividad se presentan en el Capítulo 6 de este informe.

3.1.3 Rutas para el transporte de maquinaria

Considerando los dos puertos existentes en el país en donde podría desembarcarse la *maquinaria y equipos que serán importados para la ejecución del proyecto*, se ha realizado un análisis de las rutas que pueden ser utilizadas para el transporte por tierra de la referida *maquinaria*, determinando que *existen dos posibles rutas, ya sea que el desembarque se realice en el Puerto de Acajutla o en el Puerto La Unión.*

- **Ruta Puerto de Acajutla**

El Puerto de Acajutla se localiza en el Departamento de Sonsonate, a 85 kilómetros al suroeste de la ciudad de San Salvador. En la actualidad constituye el único puerto internacional de El Salvador y posee la infraestructura adecuada para el desembarque y manejo de la *maquinaria a importar*, ya que dispone de grúas de 30, 40, 45 y 60 toneladas de capacidad, así como montacargas y camiones para remolque. Esta ruta comprende el siguiente trayecto: *Acajutla-San Salvador-desvío a Moncagua-Ciudad Barrios-San Luis de La Reina-sitio de presa.*

Si se utilizara esta ruta, podría considerarse la opción de transitar por la calle que desde la ciudad de El Triunfo, a la altura del km 105 sobre la Carretera Panamericana, conduce hasta San Luis de La Reina y al sitio de presa, con distancia de 320 km. Para utilizar esta ruta deberá realizarse un estudio detallado de las condiciones generales de la calle y de la capacidad de 2 ó 3 puentes.

- **Ruta Puerto de La Unión**

El Puerto de La Unión está ubicado en el extremo sureste del país, y a corto plazo se *proyecta mejorar la infraestructura portuaria*, de tal manera que podría haber capacidad para operaciones de desembarque de *maquinaria pesada*. Si se utilizara este puerto para tal fin, la *distancia terrestre será de aproximadamente 100 km* y permitiría ventajas respecto al tiempo de transporte, costo y seguridad en relación con la ruta de Acajutla. Esta ruta se extiende desde el Puerto de La Unión-ciudad de San Miguel-desvío a la ciudad de Moncagua-Ciudad Barrios-San Luis de La Reina-sitio de presa y posee las condiciones viales adecuadas para el transporte de la *maquinaria*, excepto en el interior de la ciudad de La Unión, por lo angosto de las calles.

3.1.4 Equipos eléctricos y mecánicos

Para la unidad principal de generación eléctrica se instalarán los siguientes equipos:

- a) Una turbina hidráulica principal del tipo Francis, de eje vertical con potencia de 65.9 MW con 72.8 metros de caída efectiva nominal y 100 % de apertura. Además, dentro de la casa de máquinas estará instalada otra turbina secundaria tipo Francis con eje horizontal y potencia de 1.42 MW que funcionará impulsada por el caudal ecológico.
- b) Un generador principal de tipo síncrono trifásico con eje vertical, 71.6 MV de potencia nominal y 90 % de factor de potencia en retraso. El devanado del rotor y el del estator tendrán el aislamiento epóxico clase F. El sistema de enfriamiento será de tipo circulación cerrada de aire con intercambiador de calor por agua y ventiladores. A continuación se indican datos principales de las especificaciones:

- Dirección de rotación : sentido de reloj
- Velocidad nominal : 200 rpm
- Potencia nominal : 71.6 MV
- Corriente nominal : 3,000 A
- Factor de potencia : 0.9 (en retraso)
- Tensión nominal : 13.8 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz

Habrá un generador secundario de tipo síncrono trifásico con 1.51 MV, con características similares al principal. A continuación se indican unos datos principales de las especificaciones:

- Dirección de rotación : sentido de reloj
- Velocidad nominal : 900 rpm
- Potencia nominal : 1.51 MV
- Corriente nominal : 1,820 A
- Factor de potencia : 0.9 (en retraso)
- Tensión nominal : 0.48 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz

- c) Un transformador principal, a la intemperie al exterior de la casa de máquinas, con interruptores para las acometidas. El tipo del transformador será trifásico y se diseñará considerando las limitaciones para el transporte, eficiencia y espacio de instalación. El peso máximo permisible en el transporte terrestre para el sitio del proyecto es 100 toneladas, incluyendo el peso del vehículo transportador. Habrá sistema de extinción de incendios del tipo regadero con "spray nozzle" y estará instalado alrededor del transformador.
- d) Tubería forzada y válvula de admisión. Habrá una línea de tubería de acero acoplada con una válvula principal de admisión. Dicha válvula será de tipo biplano de 4.3 m de diámetro. Otra tubería forzada para la turbina pequeña estará acoplada con la tubería principal en un tramo antes de la válvula de admisión mencionada.

- e) Equipos del patio de distribución de subestación. La línea de 115 kV saldrá del lado secundario del transformador y llegará al patio de distribución que dista unos 60 metros, y con la línea de transmisión de 115 kV.

3.1.5 Pruebas y puesta en marcha

Finalizada la instalación de los equipos de generación, control y transformación, se hará una prueba de agua y de funcionamiento, previo a la entrada en operación de la central.

3.1.6 Costo por ejecución

A enero de 2,003, el costo de ejecución se ha estimado en 135.3 (en calculacion) millones de US Dólares, distribuidos en las actividades siguientes:

1. Trabajos preparatorios, que comprenden: apertura y mejora de calles existentes ya sea para uso temporal o permanente, en el sitio del proyecto
2. Obras civiles, con trabajos en el lecho del río como: perforación de túnel de desviación del agua; construcción de ataguías; construcción de presa, vertedero, y casa de máquinas
3. Adquisición de equipo hidromecánico que incluye las compuertas
4. Adquisición de equipo eléctrico: turbinas, generadores, transformador, equipos para la generación y para subestación
5. Equipo para transmisión: interruptores y materiales para las líneas de transmisión
6. Aspectos ambientales: apertura o mejora de calles públicas, construcción de dos puentes y ejecución de medidas de mitigación de impactos ambientales
7. Compra de tierras: para embalse, para calles de acceso, instalaciones temporales, casa de máquinas, subestación y líneas de transmisión. Costos por reubicación,
8. Imprevistos para trabajos preparatorios, obras civiles, arreglo de los caminos vecinos y para equipos hidromecánicos eléctricos y de transmisión. Los costos se presentan en forma resumida en la Tabla 3.1.
9. Costos de administracion, e ingeniería para las obras de construcción.

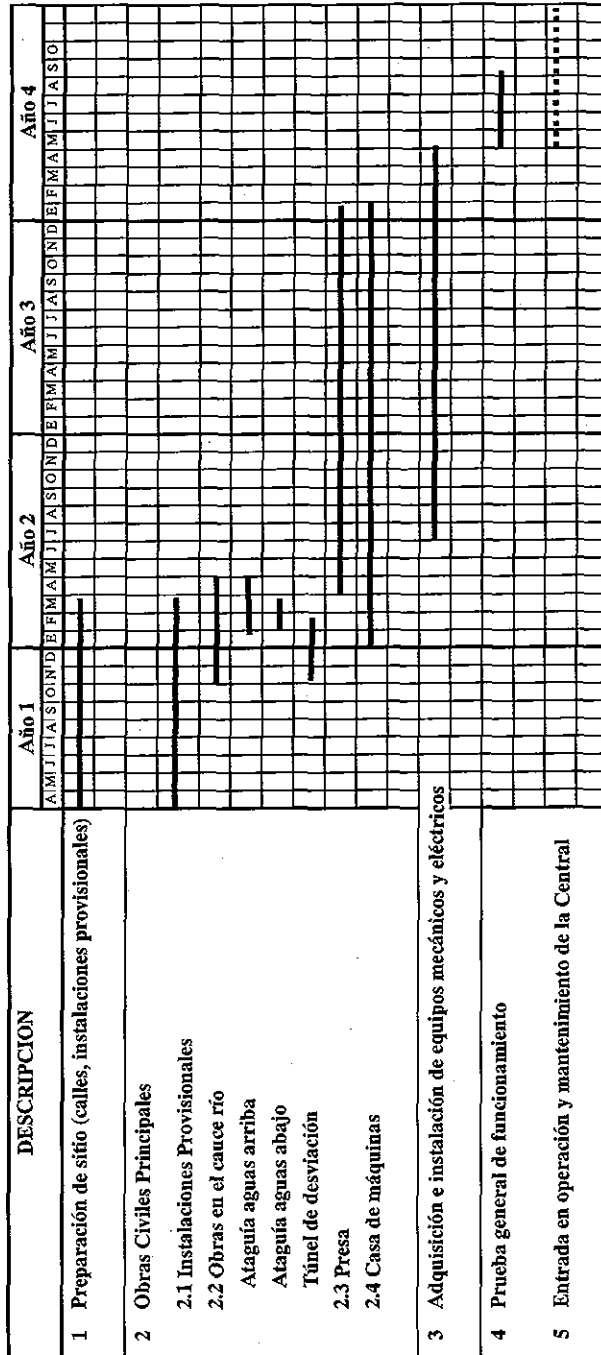
Tabla 3.1 Resumen de costos por ejecución del proyecto

No.	Actividad	Costo US Dólares
1	Trabajos preparatorios	4,471,800
2	Obras civiles	57,114,110
3	Equipo Hidromecánico	11,720,000
4	Equipo eléctrico	17,786,000
5	Equipo de transmisión	2,597,000
6	Costos ambientales	7,420,000
7	Adquisición de tierra y reubicación	9,823,700
	Total costos directos	110,932,610
8	Contingencias	7,763,750
9	Administración y costos de ingeniería	16,639,900
	Total costos indirectos	24,403,650
	Total de costos por ejecución del proyecto	135,336,260

3.1.7 Tiempo de ejecución

Este proyecto se tiene previsto realizarlo en 3 años y 4 meses y se ha determinado que la actividad crítica en el proceso de ejecución estará relacionada con la construcción de la casa de máquinas. Se estima que la ejecución de la obra requerirá la participación de 500 trabajadores para las diferentes actividades, quienes, a excepción de los trabajos de perforación del túnel y llenado del dique, tendrán horario estándar de 8 horas, y en la ejecución de las obras se emplearán diferentes tipos de maquinaria como: palas mecánicas, perforadoras, retroexcavadoras, grúas, compactadoras de rodillo y vibratorias, camiones de volteo. En la figura 3.8 se presenta el cronograma de ejecución del proyecto.

Figura 3.8 Cronograma General de Ejecución



□ Epoca lluviosa

3.2 Fase de operación

El funcionamiento de una central hidroeléctrica comprende una serie de actuaciones controladas y coordinadas desde la casa de máquinas y que determinan la operación normal de la central, incluyendo actividades rutinarias como son: revisiones periódicas, limpieza y mantenimiento preventivo programado y reparaciones por fallas imprevistas, con lo que se pretende que las instalaciones, maquinaria y equipo permanezcan en perfecto estado de funcionamiento.

La principal actividad estará relacionada con la generación de energía eléctrica mediante el funcionamiento de las turbinas de la central que serán activadas por el paso del agua. Para el adecuado funcionamiento de la central se requiere la ejecución de actividades como las que se describen a continuación:

- Reposición de aceites lubricantes y dieléctrico en casa de máquinas y pintura de las diferentes estructuras.
- Mantenimiento de equipos y tableros de medición.
- Limpieza de materiales (diversos tipos de desechos sólidos) acumulado en las rejillas de la estructura de toma.
- Limpieza y lavado de la estructura
- Mantenimiento de muros de contención en las diferentes estructuras, para evitar su deterioro y posibles deslizamientos de tierra.
- Actividades de mantenimiento de la cubierta vegetal en la zona de influencia directa.
- Mantenimiento de calles de acceso a los diferentes componentes de la central.
- Mantenimiento de subestación y línea de transmisión.
- Operación del embalse, de acuerdo a los requerimientos de energía
- Sistema de alerta temprana por descargas súbitas de significativos volúmenes de agua
- Sistemas de radiocomunicación interna y aguas abajo de las instalaciones
- Normas de operación
- Señalización

3.3 Fase de abandono

Se considera tanto las tareas que habrá que realizar para el desmantelamiento de las instalaciones provisionales utilizadas por el Constructor una vez finalizadas las obras, como por un cierre de operaciones o abandono de las instalaciones de la central.

Finalizadas las obras de la fase de construcción, el Contratista desalojará todo el material sobrante o que haya sido utilizado para la construcción. Realizará un ordenado desmantelamiento de las instalaciones provisionales como son: oficinas, bodegas y talleres y entregar las áreas al operador de la Central, libres de todo tipo de desechos.

En relación con las instalaciones de la central hidroeléctrica, no se prevé a corto plazo un cese de operaciones, puesto que su vida útil se ha estimado en 50 años y con el oportuno mantenimiento, aún después de este tiempo y si la respectiva evaluación lo determina, puede continuar funcionando.

No obstante, ante un hipotético cierre de operaciones o abandono de las instalaciones, en primera instancia, deberá informarse a las instancias correspondientes, como son la SIGET, el MARN y las Municipalidades, o sus equivalentes para la época, instituciones que deberán disponer de una normativa específica que regule dicha actividad, como puede ser, presentar el Formulario Ambiental para obtener el respectivo permiso de desmantelamiento.

En el aspecto práctico, deberá rehabilitarse completamente hacia el cauce natural el flujo del caudal del río, retirando las compuertas del vertedero, y a la vez desmantelando o inhabilitando el resto de estructuras, de tal manera que no constituyan un riesgo real o potencial para la población o para las especies de fauna. Deberá procurarse la rehabilitación de todas las áreas intervenidas, para permitir el inicio del proceso de recuperación natural de los recursos naturales.

3.4 Evaluación económica-financiera

3.4.1 Evaluación económica

La evaluación económica tiene por objetivo determinar el impacto económico producido por la ejecución de un proyecto desde el punto de vista de la economía nacional. A continuación se presenta una comparación entre costos y beneficios expresados por la ejecución del proyecto.

1) Condiciones básicas

Con base en los informes existentes sobre otros proyectos en El Salvador, se han adoptado las siguientes condiciones básicas:

- **Costo de oportunidad de capital:** El costo de oportunidad de capital se refiere a una tasa de interés con la que se puede justificar la pertinencia de inversiones. Se ha aplicado una tasa de 10 %, considerando las tasas utilizadas para otros proyectos en El Salvador.
- **Tasa de descuento:** Se ha utilizado una tasa de descuento de 10 %, adoptada por el Banco Mundial.
- **Factor de conversión:** Se ha utilizado el factor de conversión estándar, adoptado por el Banco Interamericano de Desarrollo, para calcular el precio sombra de la porción del precio doméstico.
- **Vida útil:** La vida útil de cada instalación, de acuerdo a la experiencia de la Consultora, se indica a continuación:
 - 50 años para obras civiles
 - 35 años para equipos hidromecánicos y electromecánicos
 - 30 años para la línea de transmisión
- **Vida del proyecto (período de cálculo):** El período de cálculo para la evaluación es de 53 años, es decir, 50 años de la vida útil para las obras y 3 años de construcción.
- **Estimación del costo:** La estimación del costo se ha realizado, utilizando el precio del 2003.

2) Costo Económico del Proyecto

El costo económico del Proyecto se ha calculado con base al precio de mercado presentado en el Estudio de Factibilidad del Proyecto. Se ha incluido en el flujo el costo de construcción, de operación y mantenimiento.

Básicamente, el impuesto de importación es exonerado para los equipos de generación y subestación en El Salvador. Por lo tanto, la estimación de costo no incluye impuestos y la porción de divisas extranjeras se ha usado como precio económico sin conversión.

a) Costos de inversión inicial (a precio económico)

Los costos de inversión inicial para las diferentes instalaciones se presentan en la Tabla 3.2. Se ha totalizado el monto de inversión anual para los ítems principales, incluyendo el costo de ingeniería y administración, tanto como contingencia (el cuarto año incluye el pago de la moneda de retención):

Tabla 3.2 Costos económicos de inversión inicial (Unidad: 1000 US\$)

	Costo ambiental y de terreno	Obras civiles y preparativas	Equipos hidromecánicos/ electromecánicos	Línea de transmisión	Costo total
1 ^{er} año	12,305	11,618	4,183	455	28,561
2 ^{do} año	2,037	18,317	8,074	1,061	29,490
3 ^{er} año	2,037	33,075	14,412	1,212	50,737
4 ^{to} año	2,037	9,409	8,213	303	19,962
Total	18,418	72,418	34,883	3,030	128,749

b) Costo de operación y mantenimiento (a precio económico)

El costo de operación y mantenimiento (O y M) se ha calculado multiplicando el costo de y construcción de cada obra por cierta tasa, según la experiencia de la Consultora en proyectos similares, que se muestran en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Costos de operación y mantenimiento (Unidad: 1000 US\$)

Item	Costo de construcción	Tasa	Monto
Obras civiles	72,418	0.5%	362
Equipos	34,883	1.5%	523
Línea de transmisión	3,030	1.5%	46
Total			931

3) Beneficio económico del Proyecto

Se tomaron los siguientes beneficios concebibles para el presente de proyecto; uno es el costo ahorrado de la planta térmica alternativa desde el punto de vista de “con proyecto” y “sin proyecto”, y el otro es el ingresos por la venta de energía eléctrica en uso del costo marginal. El análisis completo se encuentra en el Estudio de Factibilidad del Proyecto.

a) Costo de la alternativa de generación térmica

Se puede medir el beneficio económico desde el punto de vista de “con proyecto” y “sin proyecto”. En este caso, en lugar de construir una central hidroeléctrica, será posible establecer una planta térmica para generar la energía con la calidad y cantidad equivalente al

Proyecto El Chaparral. Con el fin de calcular el costo requerido de tal planta térmica alternativa, se aplicó el siguiente proceso en dos fases: la primera fase para estudiar el costo anual de varias plantas con diferentes sistemas de generación y la segunda para seleccionar una central del costo anual mínimo para estimar su costo de construcción y costo de O y M, incluyendo el combustible.

Teniendo como base estas condiciones, se calculó el costo anual para cada central y el costo unitario de generación para diferentes factores de utilización de instalaciones. Como resultado de la comparación con el factor de utilización de 40 %, que corresponderá al del Proyecto El Chaparral, la central de menor costo fue de motor Diesel de baja velocidad y de vapor. Para el presente caso, se seleccionó el motor Diesel de baja velocidad para otras comparaciones, considerando la acumulación tecnológica en El Salvador y facilidad del manejo de combustible.

Se calculó la capacidad instalada de la planta térmica alternativa, con base a la capacidad dependable efectiva del Proyecto El Chaparral. En este proyecto, debido a una gran diferencia de caudal entre las épocas climáticas, la capacidad efectiva es muy reducida, comparada con la capacidad instalada. Por lo tanto, desde el punto de vista conservador, y con el fin de evitar una sobreestimación de beneficio, la capacidad instalada de la planta térmica alternativa no ha cubierto la del Proyecto El Chaparral.

El costo total de construcción de la planta térmica alternativa es US\$ 46,000,000; el costo total de O y M para la alternativa térmica es US\$ 2,440,000 y el costo de combustible es US\$ 9,112,000/año.

b) Ingresos por la venta de energía eléctrica

Por el avance de la liberalización del sector de energía en El Salvador, el mercado mayorista de energía, regulada por la Unidad de Transacciones, ha venido funcionando desde su establecimiento en 1998. Toda la energía, excepto la pactada como contrato directo, se ofrece y comercializa con un precio determinado por el mecanismo del mercado. El promedio del costo unitario medio mensual de la energía durante los últimos cinco años es de US\$ 67.65/MWh. Por consiguiente, este precio medio se utiliza como precio unitario para la venta de energía. Si se multiplica por la energía anual disponible de 233.21 GWh que incluye el incremento en la generación de energía de 2 GWh en la central de 15 de Septiembre, se obtiene el ingreso anual (US\$ 15,776,700), el cual será el beneficio.

4) Indicadores económicos

El valor presente neto (VPN) del costo económico en el primer año del Proyecto asciende a US\$ 109,614,000 (con una tasa de descuento de 10 %; la misma tasa se ha aplicado a los cálculos siguientes). El valor presente total del beneficio económico con la planta térmica alternativa es US\$ 120,294,000. El VPN calculado es US\$ 10,680,000 y la razón beneficio costo (B/C) calculado es de 1.10. La tasa interna de retorno económico (TIRE) calculada ha sido de 11.3%, como se muestra en la Tabla 3.4.

Por otro lado, el valor presente total del beneficio económico con los ingresos por venta de energía es US\$ 111,237,000. El VPN calculado es US\$ 1,623,000 y la razón beneficio-costo (B/C) calculado en 1.01. La tasa interna de retorno económico (TIRE) calculada ha sido 10.2%, como se muestra en la Tabla 3.4.

En la Tabla 3.4 se encuentran resumidos los índices de evaluación o indicadores económicos, tales como valor presente neto (VPN) y razón beneficio-costo (B/C) con varias tasas de descuento, así como TIRE:

Tabla 3.4 Indicadores económicos

	Beneficio		Criterio	Tasa de descuento
	Alternativa térmica	Venta de energía		
VPN	72,822	74,637	> 0	6 %
	34,388	29,323	> 0	8 %
	10,680	1,623	> 0	10 %
B/C	1.57	1.59	> 1	6 %
	1.29	1.25	> 1	8 %
	1.10	1.01	> 1	10 %
TIRE	11.3%	10.2%	> costo de oportunidad de capital	

Se concluyó que los índices de evaluación que utilizaron la venta de energía como beneficio resultaron más bajos que los de la alternativa térmica. A pesar de eso, cualquier índice de evaluación, incluyendo dichos valores bajos, cumple el criterio de evaluación, y el Proyecto puede ser considerado factible desde el punto de vista económico.

En el Estudio de Factibilidad se incluye un análisis en donde se analiza la sensibilidad sobre los índices de evaluación económica para los casos donde las condiciones básicas han sido cambiadas.

Sin embargo, es obvio que los valores económicos son más bajos que el criterio de evaluación en el análisis de sensibilidad para las peores condiciones. Generalmente, un valor pequeño de la TIRE no llega a rechazar el proyecto necesariamente, y unos por ciento más bajo que el costo de oportunidad de capital es considerado estar dentro del rango "cuestionable". Los resultados del análisis de sensibilidad para las peores condiciones caen dentro de dicho rango. En caso de que una agencia ejecutora decida realizar proyectos con tales riesgos, será necesario tomar una decisión política, considerando la diferencia del costo de oportunidad de capital como costo subsidiario destinado a promover el desarrollo de energía limpia y/o desarrollo rural.

3.4.2 Evaluación financiera

El análisis financiero tiene por objetivo establecer la recuperación de las inversiones esperada por entidades ejecutoras.

1) Metodología

En el estudio se ha utilizado el método de descuento del flujo de efectivo. El enfoque básico para este método se indica a continuación. En primer lugar se desarrollarán el flujo de egresos o gastos y el flujo de ingresos o beneficios por cada año durante todo el período del proyecto y en segundo lugar, el monto generado en los años diferentes es descontado para el año inicial del proyecto y expresado como un valor presente acumulado del mismo año estándar. Posteriormente se realiza una comparación entre los costos y beneficios. El índice de evaluación obtenido es la tasa interna de retorno financiero (TIRF) sobre las inversiones. La TIRF sobre las inversiones no es afectada por condiciones financieras, por lo tanto, es apropiado evaluar la rentabilidad del proyecto.

2) Costo financiero y beneficio del proyecto

a) Costo financiero (a precio financiero)

El costo financiero del proyecto incluye el costo de inversión inicial, el costo de reemplazo de equipos y el costo de operación y mantenimiento, expresados en precios de mercado. Estos valores se presentan en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Costo financiero del proyecto (Unidad: 1000 US\$)

	Costo ambiental y de terreno	Obras civiles y preparativas	Equipos hidromecánicos/ electromecánicos	Línea de transmisión	Costo total
1 ^{er} año	13,431	12,432	4,244	468	30,574
2 ^{do} año	2,133	19,463	8,205	1,091	30,892
3 ^{er} año	2,133	35,090	14,632	1,247	53,102
4 ^{to} año	2,133	9,997	8,326	312	20,769
Total	19,830	76,982	35,407	3,117	135,336

El costo de O&M se ha calculado multiplicando el costo de construcción de cada obra por cierta tasa, de acuerdo a las experiencias de la Consultora en los proyectos parecidos, estos valores se presentan en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6 Costo de O&M del proyecto (Unidad: 1000 US\$)

Item	Costo de construcción	Tasa	Monto
Obras civiles	76,982	0.5%	385
Equipos	35,407	1.5%	531
Línea de transmisión	3,117	1.5%	47
Total			963

b) Beneficio financiero

El beneficio financiero del Proyecto son los ingresos obtenidos por la venta de energía eléctrica. La Unidad de Comercio y el Departamento de Estudios de CEL elaboraron un informe “Proyecciones de Generación e ingresos corrientes de la Central Hidroeléctrica El Chaparral, período 2009 – 2024”, utilizando el modelo de optimización de SDDP. De acuerdo a este informe, se calculó la energía anual vendible y resultó 180.2 GWh, y el precio medio de venta fue US\$ 58.08 MWh. En esta evaluación, fueron calculados los ingresos anuales sobre base a dichos valores y el resultado fue US\$ 10,466,000.

c) Tasa Interna de Retorno Financiero (TIRF)

La TIRF sobre inversión fue calculada con base a los ingresos financieros que se muestran en la Tabla 3.7. Lo que se concluyó es que la ejecución del proyecto requiere condiciones de préstamos más blandos.

Tabla 3.7 Resultado del cálculo de la TIRF

Item	Resultado	Criterio
TIRF	6.4%	> Tasa de interés

d) Período de Retorno de las Inversiones

Se han asumido tres casos como condiciones financieras para construir el Proyecto: (A) préstamo de banco comercial, (B) préstamo internacional, y (C) préstamo bilateral. Las condiciones correspondientes a cada caso son como sigue:

Tabla 3.8 Condiciones financieras

	Caso A	Caso B	Caso C
	Banco Comercial.	Financiación Int'l	Préstamo Bilateral
(1) Tasa de interés	8 %	6 %	1.5 %
(2) Pago de compromiso	0.75 %	0.75 %	0.75 %
(3) Período de préstamo	10 años	15 años	25 años
(4) Período de reembolso	7 años	12 años	18 años
(5) Período de gracia	3 años	3 años	7 años
(6) Deuda / Capital	70 / 30	70 / 30	70 / 30

Con estas condiciones, se ha calculado el período de retorno de inversiones. Este período refiere al año en que el flujo de caja acumulado convierte en superávit, después del inicio de operaciones, y resultó como sigue:

Tabla 3.9 Período de retorno de inversiones

	Caso A	Caso B	Caso C
Período de retorno	20 años	21 años	2 años