

24/198



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

EFECTO AMBIENTAL DEL PROYECTO  
HIDROELECTRICO " EL CARACOL "

TESIS

*Que para obtener el Titulo de*  
**INGENIERO CIVIL**

*Presenta:*

**MA. DE LOS ANGELES ZAMBRANO GONZALEZ**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

I.	INTRODUCCION	1
I.1	Objetivo de la tesis	2
I.2	Antecedentes	2
I.3	Resumen	3
II.	DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	7
II.1	Objetivo del proyecto	7
II.2	Generalidades	7
II.3	Obra de desvío	10
II.4	Cortina	12
II.5	Obra de excedencias	14
II.6	Obra de toma	16
II.7	Conducciones a presión	16
II.8	Casa de máquinas	19
II.9	Plataforma de transformadores	21
II.10	Túneles de acceso	23
II.11	Obras de desfogue	23
III.	DESCRIPCION DEL SITIO DE UBICACION Y AREA DE INFLUENCIA	24
III.1	Características físicas	24
III.1.1	Localización geográfica	24
III.1.2	Hidrografía y clima	24
III.1.3	Suelos	25
III.1.4	Vegetación	28
III.2	Condiciones Sociales	30
III.2.1	Demografía y familia	30
III.2.2	Alimentación y salud	30
III.2.3	Vestido y calzado	31
III.2.4	Vivienda	31

III.2.5	Educación	32
III.2.6	Religión	33
III.2.7	Cultura	33
III.2.8	Migración	34
III.2.9	Centros recreativos	34
III.3	Infraestructura	35
III.3.1	Vías de comunicación	35
III.3.2	Agua potable	35
III.3.3	Electrificación	35
III.3.4	Centros de consumo	36
III.4	Aspectos institucionales	36
III.4.1	Tenencia de la tierra	36
III.4.2	Crédito agropecuario	37
III.4.3	Seguro agrícola	37
III.4.4	Servicios técnicos	37
III.5	Actividades económicas	38
III.5.1	Agricultura	38
III.5.2	Ganadería	40
III.5.3	Población económica	40
III.6	Método de valoración	41
III.6.1	Valoración de la religión	41
III.6.2	Análisis de la zona A	44
III.6.3	Análisis de la zona B	45
III.6.4	Resumen de valores analítico, comercial de restitución y de incremento	45
III.7	Reacomodo de la población afectada	46
III.7.1	Estudios preliminares	46
IV.	EVALUACION DEL EFECTO AMBIENTAL	48
IV.1	Métodos de evaluación	48

IV.1.1	Listado de conceptos .....	50
IV.1.2	Matricial de interacción .....	52
IV.1.3	Superposición de mapas.....	59
IV.1.4	Reticular .....	61
IV.1.5	Específicas .....	61
IV.2	Evaluación económica de impactos ambientales .....	61
IV.3	Legislación ambiental .....	62
IV.4	Evaluación Ambiental de la presa "El Caracol" .....	64
IV.4.1	Matriz de Leopold .....	64
IV.4.2	Comentarios respecto de algunas acciones sobre determinados elementos específicos .....	65
IV.4.3	Análisis de los resultados obtenidos en cuanto a intensidad..	68
IV.4.4	Análisis de las magnitudes obtenidas .....	69
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	71
	BIBLIOGRAFIA .....	73

## I INTRODUCCION

La Ingeniería Civil se ha desarrollado desde tiempos muy antiguos tal vez no con ese nombre, pero desde las primeras civilizaciones se han realizado actividades relacionadas con ella tales como edificaciones, obras de riego, caminos y obras de drenaje de aguas pluviales, entre otras muchas. Posteriormente y a lo largo de la historia se han construido, mejorándose cada vez más, muchas de estas obras las cuales han coadyuvado al desarrollo de la humanidad.

A partir del siglo anterior y en el actual la población ha crecido enormemente, y en consecuencia cada vez es mayor el área ocupada por ella, así como es mayor el número de obras y actividades de la ingeniería que se requieren para poder satisfacer las necesidades de todos los habitantes. Estos hechos han originado la expansión en la ocupación territorial así como un incremento en el uso del suelo y la explotación de los recursos naturales; en otras palabras, la modificación del medio para adecuarlo al desarrollo del hombre; y en esto, han contribuido en gran medida las obras de Ingeniería Civil.

Esto no quiere decir que en la antigüedad las obras relacionadas con la ingeniería no modificaban el ambiente, sino que las alteraciones que provocaban, no eran representativas debido al tamaño y al número de dichas obras. En la actualidad se sigue modificando el ambiente pero con mayor intensidad. En algunas ocasiones estos cambios son benéficos para el medio, pero en la mayoría, las obras tienden a cambiar, y a veces, hasta destruir los ecosistemas del sitio donde se realizan dichos proyectos, creando un ambiente inapropiado para el mismo hombre.

A esto se debe la importancia de estudiar los efectos ambientales que puede provocar cualquier obra determinada, considerando que todavía no existe una segu -

ridad en los cambios que una presa por ejemplo, pudiera ocasionar en la ecología de la corriente. Se sabe que por lo general la primera alteración es la disminución en la carga de sedimentos, ya que estos son depositados en el embalse de la presa. También se ha notado que las aguas que proceden de las represas son más frías de lo normal afectando a la flora y fauna del lugar. Existen muchas más acciones que ocasiona la construcción y operación de una presa en todo el medio que la rodea, las cuales tratarán de analizarse a lo largo de esta tesis.

### I.1       Objetivo de la tesis

El propósito fundamental del análisis del efecto ambiental es minimizar o incluso evitar las acciones adversas sobre el medio, antes que suprimir las actividades económicas, así como también el de basar el desarrollo en el conocimiento de la capacidad de los recursos naturales.

Además se buscan las soluciones viables que tiendan a minimizar los efectos adversos, e incluso recomendar la suspensión del proyecto, si la gravedad no se puede aliviar.

Basados en esta evaluación se aprobará el proyecto para que se implemente de acuerdo a la concepción original, si éste no tiene efectos significativos en el ambiente o bien, se fijarán condiciones particulares para alguna de las fases, etapa o acciones, durante la implementación u operación del proyecto.

### I.2       Antecedentes

Actualmente existen 2 presas en operación aprovechando la cuenca del río Balsas. "El Infiernillo" (planta Adolfo López Mateos) y "La Villita" (planta José Ma. Morelos y Pavón).

Los principales factores que influyen en el estudio de la cuenca del río Balsas con fin a la instalación de nuevas plantas hidroeléctricas son el consumo de energéticos y el empleo de mano de obra local.

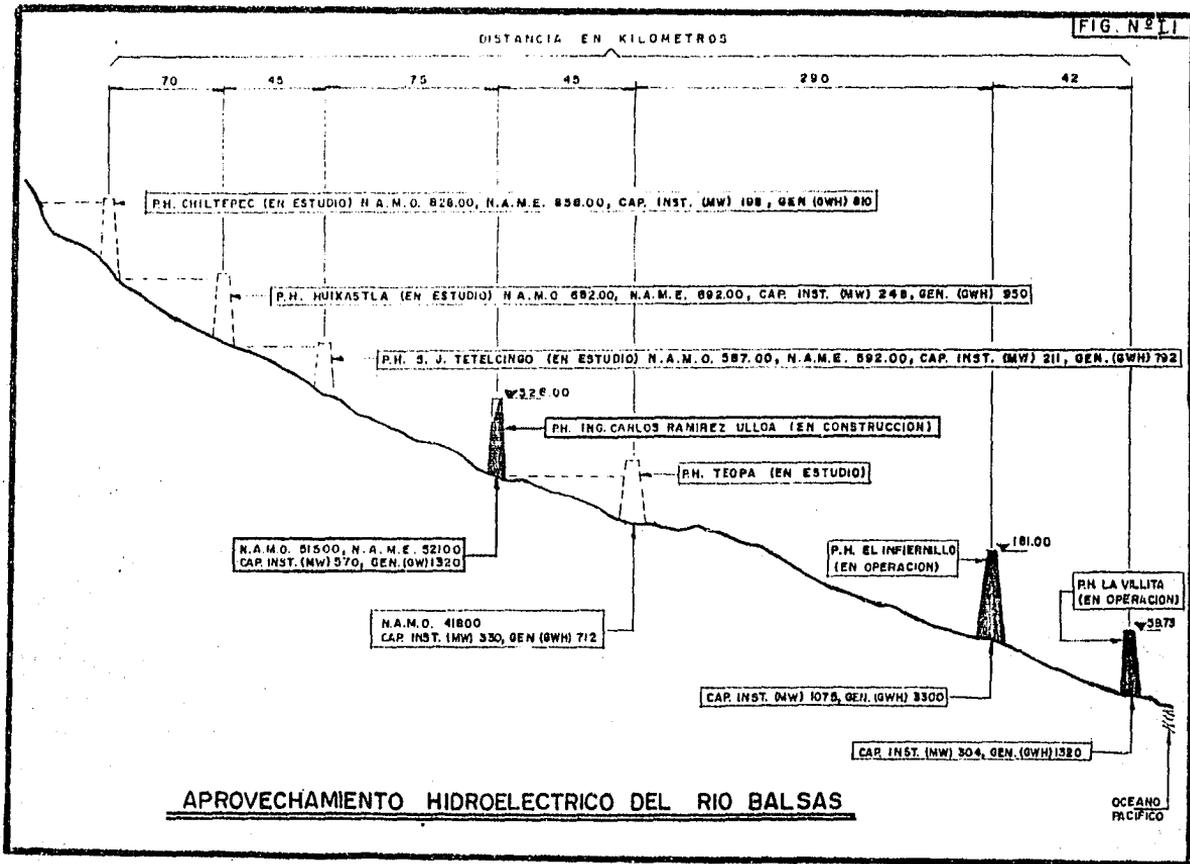
En las porciones media y alta de la cuenca del río existen los Sistemas Hidroeléctrico Lázaro Cárdenas y M. Alemán, cuyo objetivo principal es el aprovechamiento hidroeléctrico del río, en el que ya existen más de 12 plantas en operación. El Caracol es una de las plantas hidroeléctricas que forma el Sistema Lázaro Cárdenas.

Partiendo desde aguas abajo del río Balsas en el Océano Pacífico, los proyectos son los siguientes: (Fig. I.1)

La Villita	en operación
El Infiernillo	en operación
La Caimanera	en estudio
Tepoa	en estudio
El Caracol	en construcción
San Juan Tetelcingo	en estudio
Huixastla	en estudio
Ostutla	en estudio
Chiltepec	en estudio

### I.3 Resumen

Este trabajo tiene como finalidad dar una visión más completa de lo que una obra de Ingeniería Civil, como por ejemplo una presa, puede provocar en la zona donde se va a construir. Generalmente, con las obras se busca satisfacer



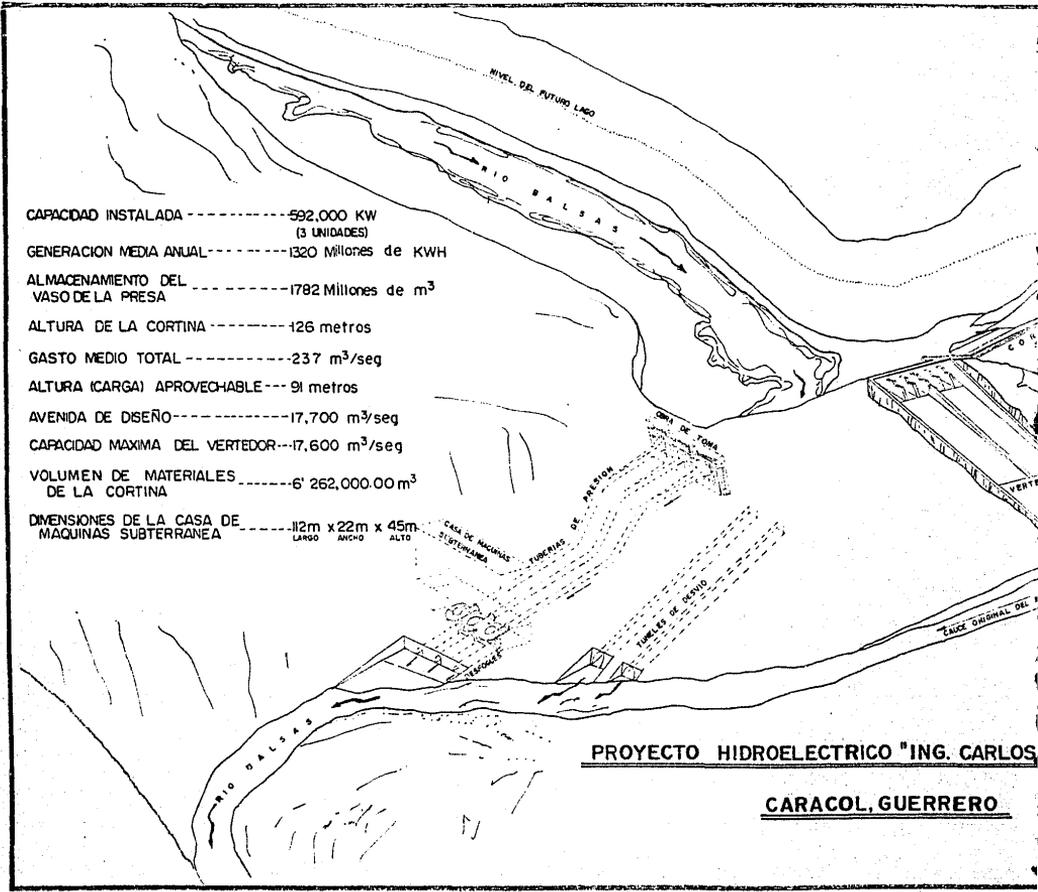
una o varias necesidades de la población. En este proyecto específicamente, se persiguen dos objetivos principales: la generación y distribución de energía eléctrica, y el control de las aguas del río Balsas. Esto provoca ciertos efectos en el ambiente, algunos de ellos benéficos y otros perjudiciales.

Para evaluar qué tanto se afecta el medio y cómo son dichas modificaciones (positivas o negativas), se realiza un estudio el cual inicia al recopilar información del lugar.

Para esta obra se obtuvo en principio la información general del área del embalse, con base en estudios hechos en el año de 1977 por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), donde se describen características físicas tales como suelo, hidrología, clima y vegetación entre otros, así como las condiciones sociales en las que vive la población del lugar (habitación, alimentación, vestido, etc.), su cultura y costumbres. El informe abarca, también, la infraestructura que existe (vías de comunicación y agua potable entre otros), las instituciones que trabajan en el lugar, y se menciona brevemente las actividades económicas principales del mismo.

Además, para la evaluación es necesario contar con datos de la obra, tanto de presa en general, como de cada uno de sus elementos, para que de esta manera, sepa cuáles son las acciones que dichos elementos provocarían sobre el ambiente.

La presa cuenta con una cortina de materiales graduados, dos túneles para obra de desvío, el vertedor de excedencias, tres tomas con tres turbinas, las cuales se ubican en la casa de máquinas tipo subterránea y la obra de desfogue. De la obra de toma a la casa de máquinas el agua se transporta por conducciones de presión. (Fig. I.2)

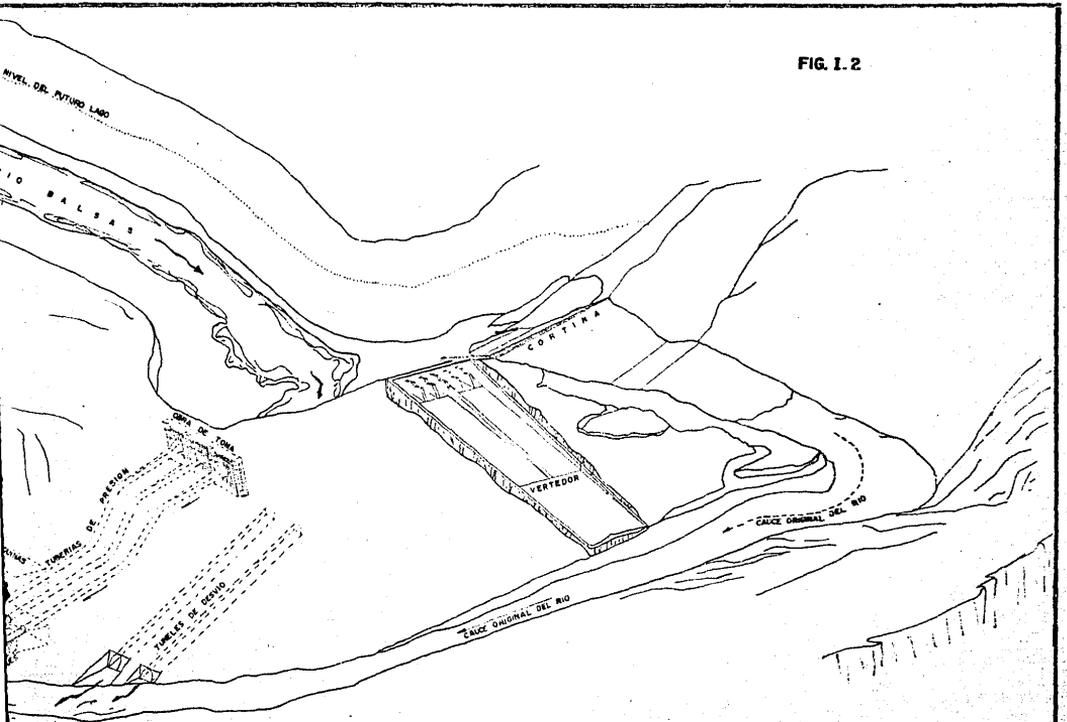


- CAPACIDAD INSTALADA ----- 592,000 KW  
(3 UNIDADES)
- GENERACION MEDIA ANUAL ----- 1320 Millones de KWH
- ALMACENAMIENTO DEL VASO DE LA PRESA ----- 1782 Millones de m<sup>3</sup>
- ALTURA DE LA CORTINA ----- 126 metros
- GASTO MEDIO TOTAL ----- 237 m<sup>3</sup>/seg
- ALTURA (CARGA) APROVECHABLE --- 91 metros
- AVENIDA DE DISEÑO ----- 17,700 m<sup>3</sup>/seg
- CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOR --- 17,600 m<sup>3</sup>/seg
- VOLUMEN DE MATERIALES DE LA CORTINA ----- 6' 262,000.00 m<sup>3</sup>
- DIMENSIONES DE LA CASA DE MAQUINAS SUBTERRANEA ----- 112m x 22m x 45m  
LARGO ANCHO ALTO

**PROYECTO HIDROELECTRICO "ING. CARLOS**

**CARACOL, GUERRERO**

FIG. 1.2



PROYECTO HIDROELECTRICO "ING. CARLOS RAMIREZ ULLOA"

CARACOL, GUERRERO

Con los datos del proyecto y la descripción de las características del lugar se evalúan los efectos ambientales que se generan.

Para evaluar dichos efectos existen varios métodos o técnicas:

- 1.- Listado
- 2.- Matricial
- 3.- Superposición de mapas o planos
- 4.- Redes
- 5.- Específicos.

Los anteriores tienen sus variantes de acuerdo a los objetivos específicos del proyecto.

Para la presa El Caracol, se utilizó el método Matricial de Leopold, siendo el que mejor se adaptó al problema. La matriz consta de 55 acciones contra 52 elementos.

Los resultados obtenidos se muestran en dos tablas (IV.1 y IV.2) en las cuales se concluye que es conveniente realizar el proyecto, porque se produce un mayor número de beneficios que de daños, en forma "intensa". Sin embargo se deben tomar ciertas precauciones, ya que el número de elementos que se dañan "medianamente", es mayor al número de elementos que se benefician en esta misma magnitud e intensidad. Esto puede provocar una modificación en la ecología del lugar.

Con los resultados de la evaluación se puede observar que uno de los elementos más dañados son los animales terrestres, los cuales tendrán que abandonar su medio para refugiarse en otro sitio y poder sobrevivir.

Por último, se concluye con la importancia que representa para el hombre la conservación de la ecología, que destruyéndola se destruye a sí mismo.

## II. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

### II.1 Objetivo del Proyecto

La construcción de este proyecto persigue varios objetivos. Los más relevantes son:

- la generación y distribución de energía eléctrica,
- el control de las aguas del río Balsas,
- la creación de fuentes de trabajo,
- el control de la erosión.

### II.2 Generalidades

El Caracol comenzó a construirse en el año de 1978, y se espera que su primera turbina comience a funcionar en 1986.

Para obtener la ubicación óptima del eje de la cortina se realizaron varios estudios en los años de 1959 a 1963 y de 1973 a 1977, concluyendo que la boquilla de este proyecto hidroeléctrico, debía localizarse en un meandro del Balsas, en Guerrero, a 68 Km., sobre el río, aguas abajo del cruce con la carretera México-Acapulco (puente de Mezcala) (fig. II.1)

En 1951 se instaló sobre el río la estación hidrométrica de San Juan Tetelcingo; en 1954 la de Santo Tomás, y en agosto de 1975 la estación hidrométrica El Caracol.

Las dos primeras estaciones sirvieron de base para iniciar la construcción de El Infiernillo y La Villita.

Con base en los registros obtenidos por estas estaciones se dedujeron los gas

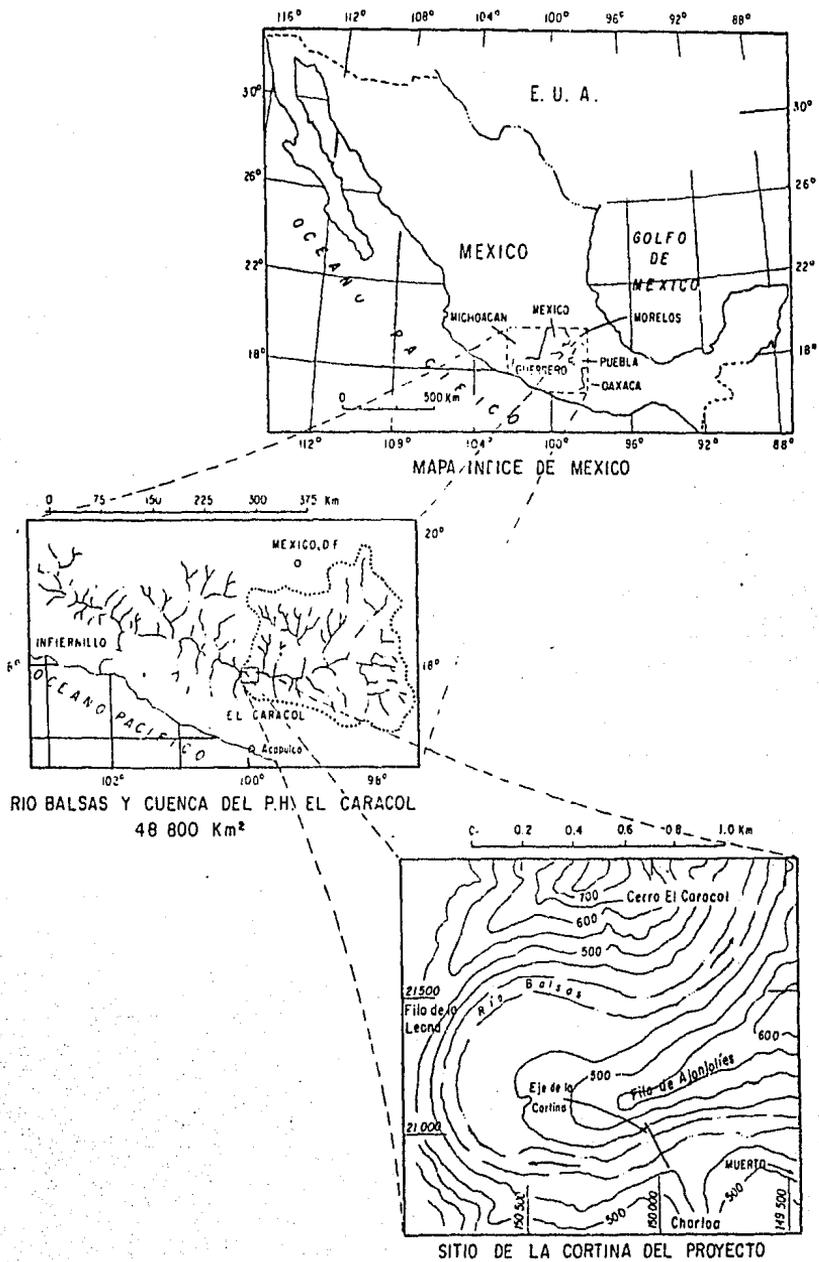


Fig. II.1 Localización del P.H. El Caracol

tos máximos anuales de El Caracol (1951-1974), la avenida máxima registrada fue de 3,881 m<sup>3</sup>/s. Se propusieron varios tipos de cortinas formadas unas de concreto y otras de materiales graduados. Existía la posibilidad de diseñar la planta hidroeléctrica subterránea o exterior.

El área que comprende el proyecto hidroeléctrico y su embalse se caracteriza por una topografía semiescarpada, que se desarrolló sobre secuencias sedimentarias de origen marino, con bastantes pliegues y fallas. Estas últimas han sido intrusionadas por rocas ígneas y en algunos sitios están cubiertas por rocas volcánicas.

El sitio de ubicación de la cortina se escogió basándose en la calidad de la roca y la anchura de la boquilla.

El proyecto hidroeléctrico El Caracol está planeado para tener una capacidad instalada de 592.8 MW, y general 1320 GWH anuales.

El embalse tendrá una longitud aproximada de 40 Km y cubrirá una superficie de 47.19 Km<sup>2</sup> a la elevación de 521 m. (NAME). Esto significa una capacidad total de 1,750 millones de metros cúbicos de agua almacenada.

Los datos generales del proyecto son:

a) Hidrología

Area de la cuenca	48 837	Km <sup>2</sup>
Escurrimiento medio anual	6 217 X 10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Gasto medio anual	197	m <sup>3</sup> /s
Avenida máxima registrada	3 881	m <sup>3</sup> /s

b) Embalse

Capacidad Total (NAME)	1,782 X 10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Capacidad Util	1,530 X 10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Capacidad control avenidas	252 X 10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Area máxima de embalse	47.19	Km <sup>2</sup>
Nivel máximo de embalse	521	m.
Nivel máximo de operación (NAME)	515	m.
Nivel mínimo (NAMINO)	495	m.

c) Potencia y Generación

Capacidad instalada	592.8	MW
Generación media anual	1,320	GWH

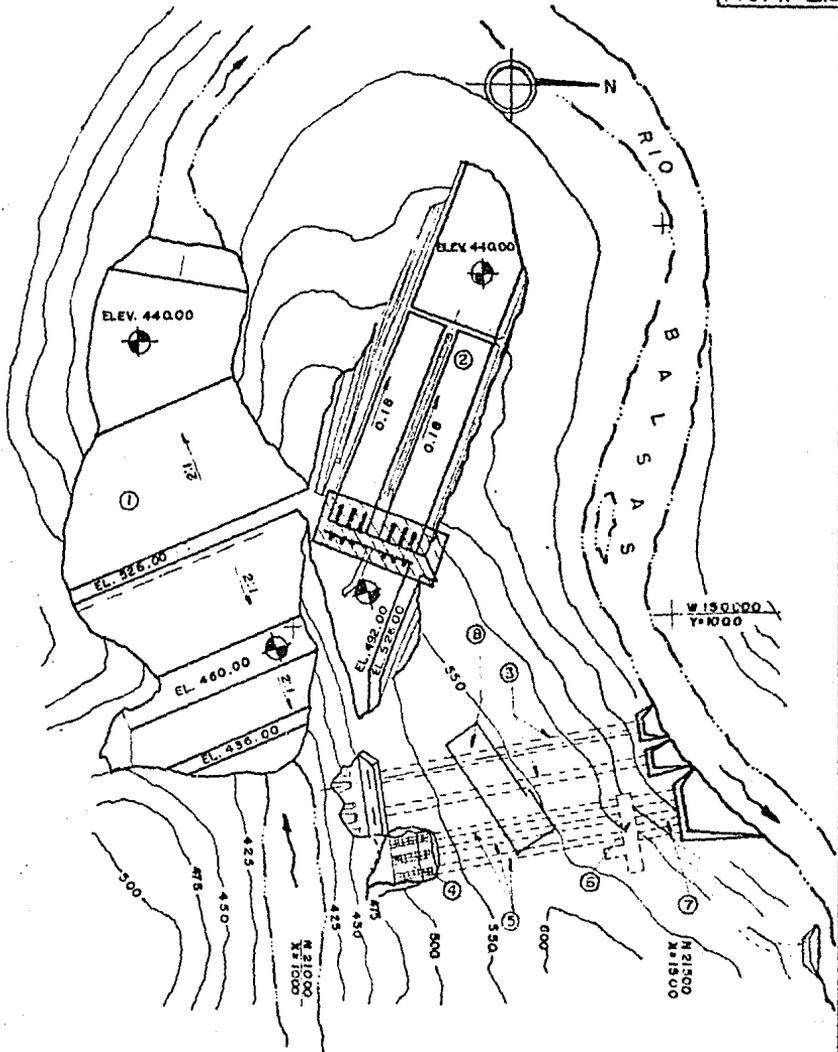
El Caracol consta de los siguientes elementos: (Fig.II.2) una cortina de materiales graduados de 134 m. de altura y con un volumen de 5'908,397 m<sup>3</sup>, lo cual creará un embalse de 47.19 km<sup>2</sup> de superficie a la elevación de 521 m., proporcionando un gasto máximo de avenida de diseño a la obra de excedencias de 17,800 m<sup>3</sup>/s.

La planta hidroeléctrica es subterránea y consta de obra de toma en corte, conducciones a presión, casa de máquinas subterránea, sala de tableros también subterránea, túneles de desfogue, transformadores y subestación en plataforma a cielo abierto, cuya excavación representa un volumen de 3'300,000m<sup>3</sup> de roca.

La desviación del río se llevó a cabo mediante dos túneles (sección portal) de 13 m de altura diseñados para desalojar el volumen de la avenida máxima.

### II.3 Obra de Desvío

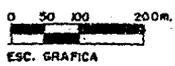
Las obras de El Caracol comenzaron en 1978 con la construcción de dos túneles



**P L A N T A   G E N E R A L**

- ① - CORTINA
- ② - VERTEDOR
- ③ - TUNELES DE DESVIO
- ④ - OBRA DE TOMA

- ⑤ - TUBERIA A PRESION
- ⑥ - CASA DE MAQUINAS
- ⑦ - DESFOGUES
- ⑧ - SUBSTACION



de desvío sobre la margen derecha del río. Una vez acondicionados, se levantaron las ataguías, terminándolas en 1980.

El proyecto de las ataguías se basó en los gastos máximos registrados en las estaciones hidrométricas de San Juan Tetelcingo y Santo Tomás, tomándose el valor de  $671 \text{ m}^3/\text{s}$  del período de estiaje (de diciembre a mayo), teniendo en cuenta que al colocar  $500,000 \text{ m}^3$  mensuales en la construcción de la cortina debía llegarse a la elevación 440.50 m. Esto proporciona, sobre los túneles de desvío, una carga suficiente para conducir un gasto de  $4,172 \text{ m}^3/\text{s}$  que es la capacidad máxima para la que fue diseñada la obra.

Los túneles no fueron revestidos y tienen casi 400 m. de longitud, 13 m. de altura interior y pendientes que van de 0.01 a 1.3616 por ciento. (Fig.II.3)

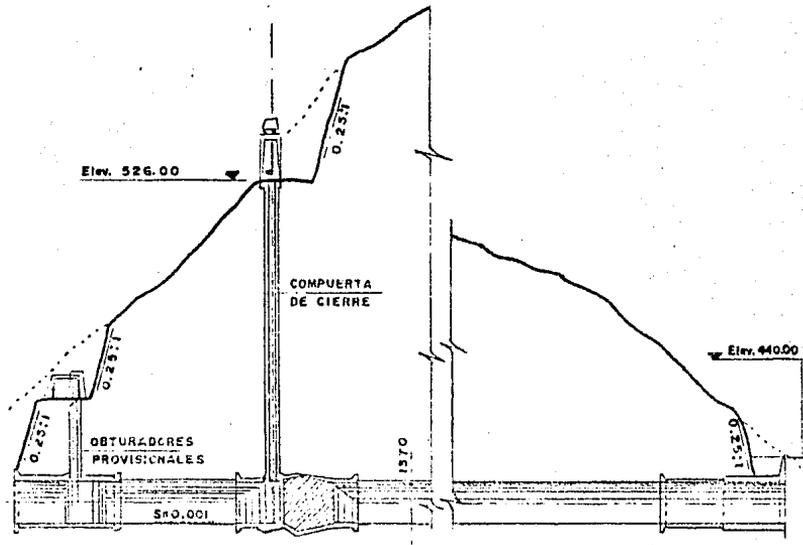
La ataguía aguas arriba tiene una elevación de 460 m. a la corona, y la de aguas abajo 440 m. Ambas ataguías proyectadas para obstaculizar el gasto de estiaje son de enrocamiento a volteo, su corazón es de arcilla impermeable y en taludes tienen pendiente de 2:1

#### II.4 Cortina

En abril de 1981 se comenzó la construcción de la cortina. Para el corazón impermeable se empleó material arcilloso, CL con límite plástico de 9 a 33 por ciento y CH con límite plástico de 30-51 por ciento.

Los filtros de grava-arena y el material de las zonas de transición se tomaron, en parte, del producto de la rezaga de las excavaciones de la obra.

El enrocamiento se obtuvo de la pedrera Chachalacas (aguas arriba) que se encuentra en la margen izquierda del río y de las excavaciones de la obra.



K0+000.00  
Elev. 422.00

K0+020.770  
Elev. 421.978

K0+033.770  
Elev. 421.966

PORTAL DE  
ENTRADA

K0+071.500  
Elev. 421.928

K0+084.500  
Elev. 421.915

K0+114.500  
Elev. 421.885

ESTRUCTURA DE  
CIERRE FINAL

K0+133.300  
K0+276.850

K0+351.650  
Elev. 421.648

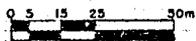
K0+371.650  
Elev. 421.628

K0+381.650  
Elev. 421.618

K0+391.650  
Elev. 421.608

PORTAL DE  
SALIDA

**O B R A D E D E S V I O**  
**( P E R F I L P O R T U N E L N o . 1 )**



ESC. GRAFICA

Todas las canteras quedan muy próximas al sitio.

Los datos generales de la cortina son: (Fig. II.4)

Altura máxima desde el desplante	134 m.
Elevación de la corona	526 m.
Ancho de la corona	12 m.
Longitud de la corona	365 m.
Bordo libre	5 m.
Volumen de la cortina	5'908,397 m <sup>3</sup>
Volumen del corazón impermeable	928,343 m <sup>3</sup>
Volumen de los filtros	453,607 m <sup>3</sup>
Volumen de las zonas de transición	1'162,748 m <sup>3</sup>
Volumen de enrocamiento	3'363,699 m <sup>3</sup>
Volumen del ataguía aguas arriba	772,500 m <sup>3</sup>
Volumen del ataguía aguas abajo	48,850 m <sup>3</sup>
Volumen total de la cortina	6'729,747 m <sup>3</sup>

#### II.5 Obra de excedencias

La obra de excedencias la forma un vertedor construido sobre la margen derecha del río con eje recto descargando en un canal a cielo abierto.

Estará constituida por ocho compuertas radiales de 10 m. de base y 28 m. de altura, diseñadas para desalojar el gasto máximo probable de 11,333 m<sup>3</sup>/s.

Este gasto corresponde a una avenida de entrada al vaso de 17,800 m<sup>3</sup> (pico de la avenida máxima probable).

Las compuertas se abrirán totalmente cuando el agua alcance la elevación de 521 m., (NAME)



La descarga se efectuará por un canal revestido de concreto con pendiente de 18 por ciento hasta la zona del deflector tipo salto de esquí (elevación 440m), en el cimacio se proyectó una galería para el drenaje y para inyecciones.

Toda la losa del fondo de encuentra protegida por una red de drenaje y un sistema de anclaje (Fig.II.5)

Los datos generales del vertedor son:

Longitud total de la cresta	54 m.
Elevación de la cresta del vertedor	526 m.
Elevación de la cresta del cimacio	495 m.
Capacidad máxima de descarga	17, 800 m <sup>3</sup> /s
Perfil del cimacio H máx/Hdis.	1.33 m.
Ancho del canal de descarga	118 m.

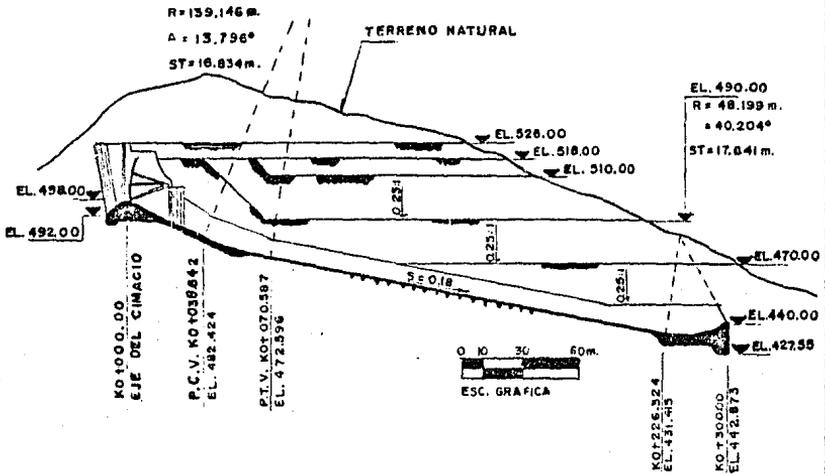
## II.6 Obra de Toma

La obra de toma se encuentra sobre la margen derecha del río y consta de tres rejillas que corresponden a tres tomas. Cada una de estas tiene lumbreras con ranuras para dos compuertas de tipo emergencia, de 2.50 m. por 6.5 m., y dos compuertas de servicio de iguales dimensiones que permiten un paso máximo de agua de 257 m<sup>3</sup>/s cada una (Fig.II.6)

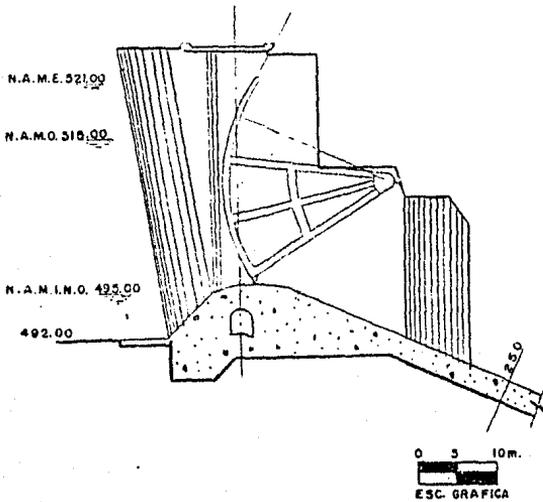
## II.7 Conducciones a presión.

Inmediatamente después de las compuertas de servicio se localizan las conducciones a presión. Estas son túneles cuya función es llevar al agua hacia las turbinas en la casa de máquinas. En este proyecto, consisten básicamente en un tramo semihorizontal y otro inclinado, conectados entre sí por curvas verticales.

FIG. N.º II.5



V E R T E D O R  
(C O R T E L O N G I T U D I N A L)



C O M P U E R T A



El tramo semihorizontal de 210 m. de longitud, 8.62 por ciento de pendiente y 8 m. de diámetro se encuentra revestido de concreto.

Le sigue una curva de 25° de inclinación y 25 m. de longitud que se conecta al tramo inclinado de 25 m. de longitud y 65° de inclinación. Sigue otra curva vertical de 25° y 25 m. que llega finalmente al tramo horizontal de 12 m. de longitud y 8 m. de diámetro que se reduce hasta los 7.5 m. para acoplarse así con su correspondiente turbina (Fig. II.6)

Los datos generales de las tuberías a presión son:

Número de conducciones	3
Gasto de diseño	247 m <sup>3</sup> /s
Diámetro interior	8 a 7.5 m.
Longitud total por conducción	297 m.
Pérdida de carga con el gasto del diseño	1.7 m.
Caída neta de diseño.	91.30m.
Vel. en el diámetro interior de 8 m. con gasto de diseño de turbina.	4.91m/s
Vel. en el diámetro interior de 7.5 m. con gasto de diseño de la turbina.	5.59 m/s

## II.8 Casa de máquinas

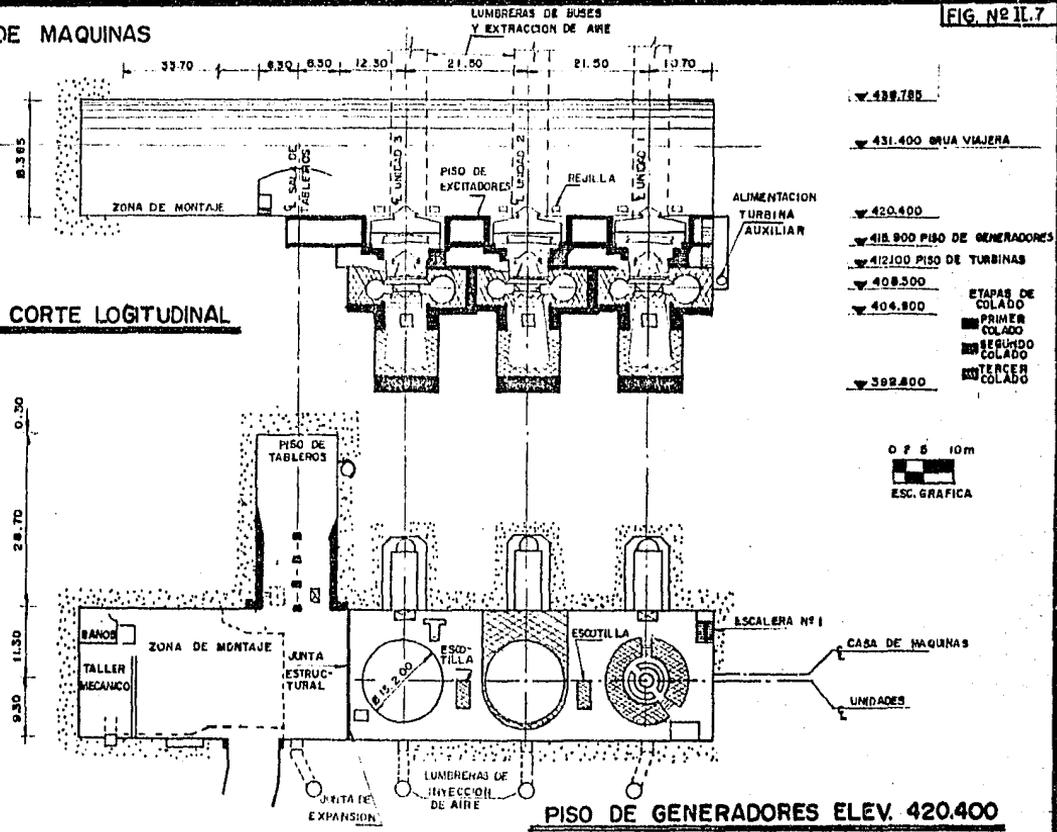
Como ya se mencionó, la casa de máquinas es subterránea de forma prismática con 114 m. de longitud, 20 m. de ancho y 39 m. de altura. En ella se alojarán tres unidades turbogeneradoras de 190 MW, cada una alimentada por tuberías a presión, que a su vez descargan en un tunel de desfogue individual. (Fig. II.7)

En el paño, aguas arriba, integrada a la casa de máquinas se construye la sala de tableros con 25 m. por 15 m de base y 30 m. de altura

CASA DE MAQUINAS

FIG. Nº II.7

CORTE LONGITUDINAL



- ▼ 439.785
  - ▼ 431.400 BRUA VIAJERA
  - ▼ 420.400
  - ▼ 418.800 PISO DE GENERADORES
  - ▼ 412.100 PISO DE TURBINAS
  - ▼ 408.300
  - ▼ 404.800
  - ▼ 398.800
- ETAPAS DE COLADO
- PRIMER COLADO
  - SEGUNDO COLADO
  - TERCER COLADO

0 5 10m  
 ESC. GRAFICA

PISO DE GENERADORES ELEV. 420.400

Las turbinas quedarán conectadas a los transformadores en una plataforma a cielo abierto (elevación 485 m) mediante lumberras, una por unidad, desde el piso de cables (elevación 415.5 m) con una sección rectangular de 2.10 m. X 3.05 m. (Fig. II.8)

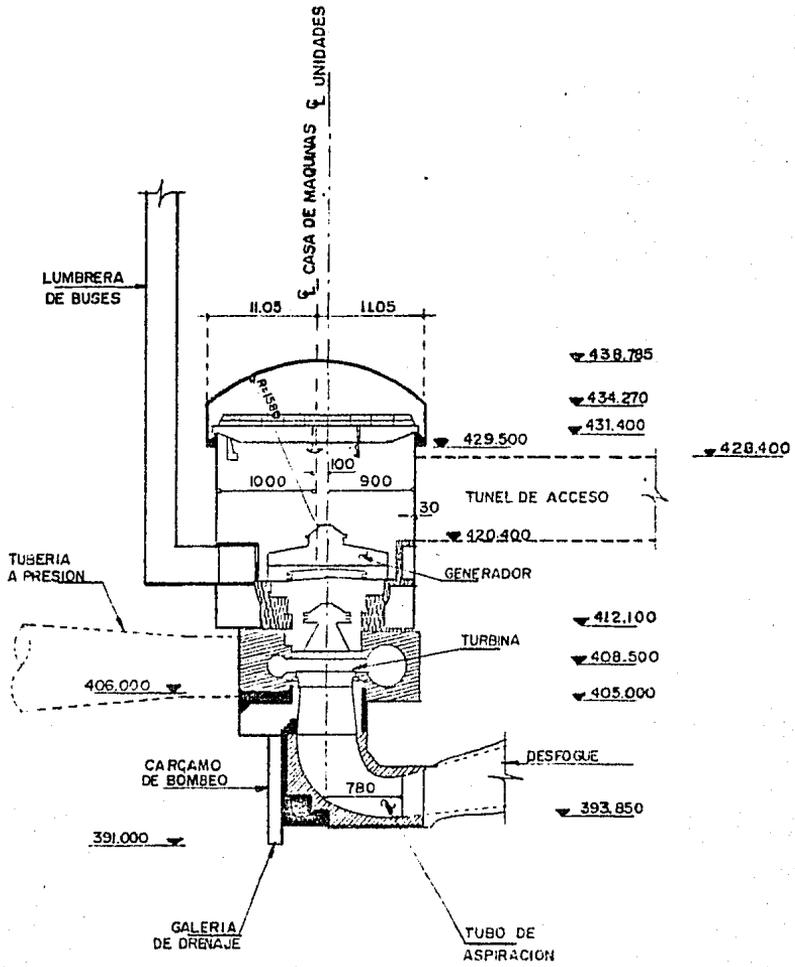
Los datos generales de la casa de máquinas son:

Turbinas	3 Francis
Carga neta	Potencia
Carga Máxima (NAME) 101 m.	211,000 KW
Carga normal (NAME) 95 m.	214,000 KW
Carga diseño 91.3 m.	200,000 KW
Carga mínima 75.6 m.	144,000 KW
Gasto de diseño por unidad	247 m <sup>3</sup> /s.
Capacidad a 60°C	190,000 KW
Capacidad a 80°C	210,000 KW
Frecuencia Alternador	60 HZ
Factor de Potencia del alternador	0.95
Presión nominal del alternador	15 KV
Vel. síncrona del alternador	128.7 rpm
Volumen de excavación de la casa de máquinas	81,000 m <sup>3</sup>
Volumen de excavación de la sala de tableros	11,250 m <sup>3</sup>

## II.9 Plataforma de Transformadores

Será un tajo excavado a la elevación 485 m. en el flanco norte de la margen sobre la casa de máquinas subterráneas, con un área de 3,300 m<sup>2</sup>.

La excavación máxima de 80 m. con pendientes de 0.25 y un volumen de 160,000 m<sup>3</sup> de roca



C A S A D E M A Q U I N A S  
 ( C O R T E T R A N S V E R S A L )



II.10 Túneles de acceso.

El acceso definitivo a la casa de maquinas y a la sala de tableros será a través de un túnel de sección tipo portal de 8 m. de altura total y 5 m. de radio en su bóveda, con una longitud de 290 m. Además se construirá un túnel provisional de acceso de 5 m. de altura, sección tipo portal y 590 m. de longitud, parte del cual será finalmente taponado con concreto para evitar filtraciones. Este proceso no impedirá el paso a las galerías de drenaje y a las de inyecciones.

II.11 Obras de desfogue.

Comprenden 3 túneles de sección compuesta (circular-rectangular) con longitudes de 62 m., 73m. y 98 m. para las unidades generadoras 1, 2 y 3, respectivamente, y con pendientes de 1 por ciento para desalojar un gasto de  $245 \text{ m}^3/\text{s}$  por unidad de desfogue.

### III. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE UBICACIÓN Y ÁREA DE INFLUENCIA.

#### III.1 Características Físicas.

##### III.1.1 Localización Geográfica.

El área que abarca el proyecto en estudio, se localiza en la parte centro-septentrional del Estado de Guerrero, entre las coordenadas  $17^{\circ}53'$  de latitud Norte y de  $99^{\circ}20'$  a  $99^{\circ}34'$  longitud Oeste.

La boquilla se ubica a 72 km. aguas abajo del puente Mezcala, sobre la carretera México-Acapulco. Se localiza en el flanco occidental de un gran anticlinal de rumbo norte-sur, dentro de lutitas y areniscas del Cretácico Superior.

##### III.1.2 Hidrografía y Clima.

El río Balsas es uno de los más importantes y caudalosos de nuestra República. Su cuenca recoge el agua de importantes arroyos y ríos que vienen de Puebla, Oaxaca, Guerrero, Morelos, México y Michoacán.

En un gran recorrido y siguiendo la dirección Este-Oeste, pasa por los municipios de Apango, Zumpango del Río, Tlacotepec, Spaxtla y otros, continuando como límite natural en el Estado de Michoacán por los municipios de Coyuca de Catalán, Zirándaro, Coahuayutla y La Unión de donde pasa al mar.

Tiene como afluentes principales los ríos Acatlán, Atoyac y Nexpa del Estado de Puebla, Amacuzac que recoge el agua de casi todos los ríos del Estado de Morelos, Cocula y Las Truchas del Estado de México, Cutzamala y Tepalcatepec del Estado de Michoacán, Apuchetán y Cayuquita que bajan de la Sierra Madre del Sur.

El área del embalse del proyecto se localiza al NE y NW del Estado de Guerrero, formada por las Sierras de Zacualpan, Jaleaca y Ocotlán, cuyo clima es cálido. La temperatura máxima extrema en la región se presenta generalmente en el mes de mayo, y en ocasiones ha llegado a 43°C. La temperatura mínima extrema se registra en los meses de diciembre y enero y es de 12°C.

Según el registro de observaciones hechas a las 8 horas por la estación de evaporación de la C.F.E., en Santo Tomás, los vientos dominantes son del Sur. En verano los vientos que soplan del Pacífico, modifican la temperatura provocando lluvias.

El período de lluvias en la zona se prolonga por cuatro meses, desde junio hasta septiembre, por este tiempo pueden presentarse lluvias aisladas provocadas por algún cambio atmosférico.

Con base en la precipitación pluvial registrada en el año de 1974, tenemos la siguiente interpretación de datos climatológicos para el mismo año:

Temperatura media anual	28.4°C
temperatura máxima media anual	38.5°C
temperatura mínima	18.5°C
precipitación anual	931.5 mm
precipitación máxima en el año (junio 12)	40.0 mm.
precipitación mínima en el año (Feb-Mzo)	0.0 mm.
evaporación media anual	219.12mm.
evaporación media diaria	7.21mm.
evaporación anual	2629.55mm.

### III.1.3 SUELOS

En el área existen cuatro tipos de suelos: los desarrollados en el valle

(pequeñas vegas), los desarrollados en laderas, los intermedios y los de sin uso (los que se encuentra en el cañón). Con base en su topografía existe una variada diferencia entre estos suelos.

Los suelos de valle son de buena calidad, ocupan una posición baja, y su pendiente es muy ligera, teniendo declives que varían del 1 al 3%. Su forma -- ción es relativamente reciente. Recibe materiales de las laderas adyacentes y presentan un drenaje interno eficiente en algunas áreas, debido a que predominan las texturas arena-limosa a pocas profundidades y arenosas a profundidades mayores. Su profundidad va de 0.2 cm a 20 ó 40 cm. (según su ubicación). A poca profundidad su color es café oscuro cambiando a café rojizo a 20 cm de profundidad. La estructura del suelo es granular, de consistencia suave y con regular presencia de raíces, y no se observan piedras en él.

Estos suelos son aptos para el cultivo de maíz, ajonjolí, tomate, sandía, etc. Desde el punto de vista económico y de acuerdo a la precipitación pluvial y a las condiciones de trabajo actuales, el cultivo más viable en la zona es el ajonjolí. De cualquier forma, debido a la deficiencia de nutrientes, es necesario un análisis químico de los mismos así como investigar los cultivos que se explotarían, a fin de utilizar el mejor fertilizante.

Los suelos de laderas son suelos derivados en el lugar por la descomposición de la roca madre. Su formación es más antigua que la de los suelos del valle. En general, son suelos de mala calidad por su gran pendiente y erosión. En ellos se aprecian signos de erosión hidráulica debido principalmente a que se encuentran desprovistos de vegetación, esto hace que el afloramiento de roca se manifieste en algunas áreas.

Lo más indicado para este tipo de suelos es la explotación de ganado, princi-

palmente menor (caprino) por falta de alimento para ganado mayor.

Los intermedios ocupan una posición elevada sobre los suelos del valle. Se clasificaron como cuarta clase, existiendo además algunas áreas de tercera calidad, en esta clasificación intervinieron los factores de pendiente y erosión. La mayor parte de la superficie en estos suelos presenta declives -- que permiten, durante la época de lluvias, un rápido escurrimiento del agua, provocando grandes pérdidas de suelo por efecto de la erosión. No hay actividad alguna que evite el lavado de los suelos.

La profundidad de los suelos intermedios va de 0.15 cm. de la superficie a los 15 a 30 cm. Su textura es arcillo-arenosa de color café oscuro en la superficie y arcillosa de color café rojizo a mayor profundidad. Su estructura es granular, de consistencia firme, eficiente permeabilidad y un 1% de existencia de piedras en la superficie. A mayor profundidad se presenta una estructura laminar compacta, poco eficiente en cuanto a la permeabilidad y con 2% de piedras. En general su drenaje interno es lento y el suelo tiene regular presencia de raíces.

Lo más indicado para este tipo de suelos es el establecimiento de frutales, principalmente en las áreas menos dañadas por la erosión. Se recomienda el cultivo del tamarindo principalmente. La fertilización debe hacerse con -- base en la deficiencia de los suelos y la fórmula será de acuerdo a los cultivos que se establezcan.

Los suelos sin uso son cerriles, que por sus condiciones adversas (topografía quebrada, etc.) no son aptos para la producción agrícola, siendo aconsejables para el recreo y refugio de la fauna.

En general, se puede afirmar que no existe un manejo adecuado, ni labores -

para la conservación de suelos, las prácticas en las siembras no son las indicadas.

En relación al manejo de suelo no hay rotación de cultivos, ni siembras en contornos, ni en fijas, en igual forma hay ausencia de prácticas mecánicas - tales como construcción de terrazas, represas, canales de diseño y otros. Como trabajos tradicionales en los terrenos se hacen el desmonte y el destronado. Esta primera actividad se lleva a cabo mediante la tumba a hacha para posteriormente extraer el tronco a pico y pala. En otras ocasiones se eliminan los troncos a base de fuego.

En esta zona, se acostumbra realizar las llamadas "mejoras a los terrenos", las cuales consisten en preparar las tierras de cultivo por medio de rastrojo, junta y quema, para posteriormente hacer siembra. Estas actividades en lugar de beneficiar al suelo, lo perjudican ya que dejan el paso libre a la erosión.

Al quemar la capa orgánica formada por restos animal y vegetal se transforma en ceniza, ésta a su vez en óxido de potasio, quitándoles a los suelos los nutrientes principales o mayores, tales como el nitrógeno, fósforo y calcio, en igual forma los nutrientes secundarios, entre otros el zinc, hierro, cobalto, magnesio y otros.

#### III.1.4 Vegetación

La vegetación en el Estado de Guerrero es variada, distinguiéndose principalmente bosques de coníferas en las partes altas (como pino, ocote, etc.) vegetación costera y sabana.

Existen varias especies de árboles frutales: tamarindo, limón, plátano, mango y papaya. La explotación de los mismos no se da a nivel comercial. Los mora

dores cuentan con dos o más plantas para el consumo familiar, es por esto que no se cuantificó el número de frutales existentes en el área.

En la zona en estudio, la vegetación dominante fue clasificada de acuerdo al tamaño y consistencia, formando los siguientes grupos:

### ARBOLES

<u>NOMBRE COMUN</u>	<u>FAMILIA</u>	<u>NOMBRE CIENTIFICO</u>
Las siguientes especies se encuentran en la márgen del río y sus afluentes:		
SAUCE	Salicuceas	Salix Chilensismot
GUAMUCHIL	Mimosáceas	Pilhecolobium Dulcebenth
HUIGUERA	Moráceas	Ficus Cokiistandl
SABINO	Toxodráceas	Taxodium Mucronatum

Las siguientes especies se encuentran en suelos menos profundos con menor grado de humedad y pendiente de regular a fuerte

HUIZACHE	Mimosáceas	Acacia Farneciana
MEZQUITE	Mimosáceas	Prosopis duliflora
GUAYE	Mimosáceas	Leucaena Callinsii
MULATO	Buceráceas	Bursera Simarubasarg

### ARBUSTOS

ORGANO	Cactáceas	Lemireocereus eichlamii
HIGUERILLA	Euforbiáceas	Recinus communis 1.
ESPIÑO	Mimosáceas	Mimosa-albida
MAGUEY	Amarilidáceas	Agave-gutierreziana

### HIERBAS

LENGUA DE VACA	Marantáceas	Pteiostachya proinosa
QUELITE	Compuestas	Leabum Glam
EPAZOTE	Quenopodiáceas	Chenopodium Ambrosioides
MOSQUILLA	Nictagenáceas	Mirabilis Jalapa
ZACATES	Gramíneas	Cynodón Dactylón

### III.2 Condiciones Sociales

#### III.2.1 Demografía y Familia

A fines de 1977 se realizaron encuestas regionales, locales y familiares - - (800 jefes de familia), recabándose datos sobre las tierras y las propiedades afectadas por el embalse. Toda la información mostrada en este capítulo se obtuvo en 1977.

En 1977 la población total de la zona era de 4933 hab. agrupados en pueblos y rancherías, de los cuales el 50.5% (2489) eran hombres y el 49.5% (2444) mujeres. Se percibe un acelerado crecimiento de la población con una tasa de 3.8% anual, superior a la media nacional.

En la pirámide de edades se pudo observar la mayor concentración entre individuos de 0 a 14 años, quienes representan el 50.87% del total. Es importante resaltar que dentro de estas edades se presenta el mayor índice de mortalidad.

Las familias se encuentran compuestas en promedio, por 6 ó 7 miembros y esto se debe a que existe un alto número de matrimonios jóvenes. La familia está formada por padres e hijos y uno o más parientes viviendo en comunidad doméstica. En la zona de embalse se tiene un alto número de natalidad, se tiene como promedio cuatro hijos por pareja, siendo muy pocas las mujeres casadas que no tienen hijos.

#### III.2.2 Alimentación y Salud.

El 80% de los habitantes de la región padecen de desnutrición endémica debido a que su dieta se compone de tortilla, chile, frijol y muy ocasionalmente - carne (al igual que todos los campesinos de nuestro país), ya que la economía

familiar de la población no dá para más. Además, la falta de higiene y la carencia de servicios médicos originan la proliferación de enfermedades -- gastrointestinales, pulmonares e infecciosas, sobre todo en la población infantil.

Solo Balsas y Mezcala cuentan con alguna atención médica, lo que representa apenas el 32% de la población.

La mayoría de las veces la gente acude al doctor cuando las enfermedades -- están tan avanzadas que no hay mucho que hacer. Las mujeres carecen de -- atención durante el parto, generalmente ellas mismas se atienden o se auxilian de comadronas que utilizan métodos primitivos y peligrosos, tanto para la madre como para el niño.

### III.2.3 Vestido y Calzado.

Según la opinión de las autoridades educativas, municipales y comunales de los poblados en estudio, el 95% de los varones usan huaraches en las actividades de campo. Los jóvenes, tanto hombres como mujeres, tiene zapatos, pero los usan únicamente cuando hay fiestas o para salir de paseo a otros lugares. La mujer en las actividades del lugar anda descalza, y solo usa zapatos para celebrar las fiestas tradicionales de la comunidad.

Refiriéndose al vestido, se puede decir que visten en forma muy sencilla, por las faenas del campo que realizan. Es conveniente hacer notar que la situación económica de las familias, es muy pobre, lo cual se refleja en su vestir.

### III.2.4 Vivienda.

Existen dentro de la zona afectada (en 1977) aproximadamente 741 casas,

donde 370 de ellas son de adobe con piso de tierra y techo de teja, 351 de madera rolliza y piso de tierra y 20 de material de construcción con piso de cemento.

### III.2.5 Educación.

En esta zona, existe un gran problema educativo. La población en edad escolar (en 1977), es de 860 niños, de los cuales 416 son varones y 450 mujeres, con edad que fluctúa entre los 6 y 14 años. De estos 860 niños, solamente 660 reciben enseñanza, quedando sin educación los 200 restantes. El grado de enseñanza en la zona es impartida hasta el 6º grado. (Estación - Balsas).

La población escolar es atendida por 25 maestros, 22 de ellos corresponden a la Federación, 1 al Estado y 2 pagados por el municipio y campesinos.

La enseñanza se desarrolla en 23 aulas, construídas con adobe, cemento y teja en regular estado de conservación.

El 77% de los habitantes saben leer y escribir (2885 personas en 1975), de éstos, más de la mitad cursaron solamente el 3er. grado de la educación -- básica y sólo el 7% del total llegan al nivel secundaria.

Las principales causas de la deficiencia educativa son el insuficiente número de plazas para cubrir dichas necesidades, la irregular asistencia de los niños en temporada de labores agrícolas (junio y noviembre), el insuficiente número de aulas y material escolar, así como la dificultad de traslado en la temporada de lluvias.

### III.2.6 Religión

En la zona domina la religión católica, siguiéndole la evangélica y por último está la adventista.

En el área existen ocho templos de la religión católica, construidos uno de piedra con piso de mosaico y techo de concreto, dos de adobe con pisos de cemento y techo de teja y los cinco restantes de madera rolliza con pisos de tierra y techos de palma.

Las demás creencias practican sus estudios religiosos en casas particulares.

### III.2.7 Cultura

En esta región se realiza el sistema de trabajo tradicional que se conoce como fatiga o faena, y consiste en aportar trabajo voluntario cuando se requiere realizar alguna obra de beneficio para la comunidad como es abrir caminos, reparar o pintar la escuela, la iglesia, la comisaría, etc.

Existen tres fiestas religiosas importantes en el año, las cuales se realizan con las aportaciones de los habitantes, los gastos mas fuertes corresponden a los mayordomos quienes se encargan de contratar la música y proporcionar la comida y la bebida. Las fiestas duran dos o tres días durante los cuales los hombres se reúnen a tomar mientras que las mujeres trabajan en la preparación de la comida.

Apesar del aislamiento geográfico, las comunidades se encuentran influenciadas por la cultura urbana que llega a través de las personas que salen a trabajar fuera. Esto se refleja en los utensilios de cocina de plástico, en el vestido de telas sintéticas, las mujeres usan pantalones, etc. Las transnacionales como la Coca-Cola y la Bimbo, han llegado hasta el último rincón -

para promover con gran éxito el consumo de sus productos, ya que por falta de agua potable se han convertido en consumistas potenciales de refrescos embotellados y pastelitos artificiales.

### III.2.8 Migración.

Uno de los principales problemas económico-sociales de la región es la desocupación derivada principalmente de la carencia de la mala calidad de la tierra, de la corta duración del ciclo agrícola (6 meses) por ser terrenos de temporal, de la falta de recursos para la producción y de la regularización externa de los precios de los productos en el mercado. Todos estos factores dan como consecuencia la migración de la población económicamente activa, que se ve obligada a salir en busca de trabajo.

Según los datos obtenidos, el 51% de las familias tienen o han tenido parientes trabajando fuera de la localidad. Esta zona es proveedora de mano de obra barata para los Estados Unidos de Norteamérica, específicamente Chicago, donde se contratan como obreros industriales, o en el sector de servicios, en condiciones de sobreexplotación y discriminación racial. La salida de la fuerza de trabajo de la región ocasiona el abandono de la familia y, en algunos casos, la pérdida de su parcela, cuando la poseen.

### III.2.9 Centros Recreativos

Los centros recreativos y culturales son muy escasos, las aulas escolares son insuficientes para albergar a la población escolar. Generalmente las condiciones higiénicas son malas debido a la carencia de sanitarios. El deporte dominante entre la juventud es el basket-ball. Existen 8 billares y 10 cantinas (en 1977)

### III.3 Infraestructura

#### III.3.1 Vías de Comunicación

Las comunicaciones en la parte media del área, margen derecha (Estación Balsas) se realiza por ferrocarril o bien por camino de terracería. En el año de 1975 se estaba trabajando en un camino (brecha). Utilizando el ferrocarril se recorren 58 km (estación Balsas-Iguala) y por terracería se recorren 66 Km.

Los poblados que se benefician con este servicio son la Estación Balsas y Campo Arroz, localizados en la margen derecha del río.

En el resto del área la comunicación es por medio de bestias o bien por río.

En el primer caso este medio de transporte no se interrumpe en tiempo de secas, en cambio en tiempo de lluvias es con frecuencia interrumpido el camino de terracería, de la margen derecha, por carecer de puentes y alcantarillados.

#### III.3.2 Agua Potable.

En la zona de embalse no hay agua potable. El agua para las actividades domésticas la adquieren del río y de algunos manantiales.

La zona carece de servicio asistencial, excepto Estación Balsas, que recibe --auxilio dos veces por semana de una brigada formada por un doctor y una trabajadora social. Este personal (según la información) pertenece al Seguro Social con residencia en la Ciudad de Iguala. Los moradores del resto del área para atender su salud tienen que ocurrir a dicha ciudad.

#### III.3.3 Electrificación.

La leña es el combustible de mayor uso doméstico en el medio rural en la zona

de estudio. No existe servicio eléctrico en dicha zona a excepción de Estación Balsas.

La mayoría de las familias cocinan en forma rústica, en fogones regularmente hechos por ellos mismos, de piedra y lodo, con frecuencia las piedras hacen las veces de éste. Después de la leña, le sigue el consumo de petróleo, el cual se usa a gran escala para iluminación.

### III.3.4 Centros de Consumo

El centro de consumo para los productos agrícolas en el área es la Ciudad de Iguala. No existen centros receptivos de Conasupo.

Los productos agropecuarios tiene mercado local, los compradores llegan a las comunidades a adquirir los productos.

### III.4 Aspectos Institucionales.

#### III.4.1 Tenencia de la Tierra

Utilizando la información de la Delegación de la Secretaría de la Reforma Agraria y verificandola en el terreno, así como consultando la opinión de comisariados ejidales y comunales, pequeños propietarios en la región y cotejando algunos planos, principalmente de comunidades ejidales, se determinaron los regímenes de propiedad: ejidal, particular, nacional y comunal.

Según los cálculos planimétricos, a la elevación de 520 se afectará una superficie de 4837 Has. por el embalse, las cuales tienen el siguiente régimen de propiedad:

Comunal .....	2740 Has
Ejidal .....	1260 Has
Particular .....	837 Has

### III.4.2 Crédito Agropecuario

La mayor parte de las tierras en el área de estudio se encuentran formadas por suelos no agrícolas, de uso muy limitado. Por sus condiciones adversas solo sirven para el pastoreo de ganado menor. Como ya se mencionó, la comunicación en el área en su mayoría es por medio de bestias, y frecuentemente se encuentra interrumpida por la creciente de los arroyos y el río. Todo ésto trae como consecuencia que no operen las dependencias de crédito en la zona de embalse.

### III.4.3 Seguro Agrícola

La Aseguradora Nacional Agrícola Ganadera, con oficinas en Chilpancingo, no protege la superficie dedicada a la siembra de maíz, y ajonjolí, ni al ganado de comuneros y ejidatarios, por las causas antes señaladas.

### III.4.4 Servicios Técnicos

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (antes llamada Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1975) tenía, en la ciudad de Iguala, el siguiente personal para la atención de problemas agropecuarios de la zona norte del Estado:

Ocho agrónomos  
dos médicos veterinarios  
seis técnicos agropecuarios  
siete educadores del medio rural  
dieciseis prácticos agrícolas.

Existe una Escuela de Agricultura, que depende de la Universidad de Chilpancingo y un Campo Experimental dependiente del Instituto Nacional de In-

investigaciones Agrícolas. A pesar del gran número de técnicos en Iguala, los campesinos del área de embalse no reciben orientación técnica.

### III.5           Actividades Económicas

#### III.5.1        Agricultura

La mayoría de las tierras que forman el embalse se dedican a la agricultura no tecnificada, resultando esta actividad la fuente principal en la economía de la zona. La siembra de maíz es la actividad agrícola más importante desde el punto de vista de extensión, siguiéndole el ajonjolí. Estos productos no son los únicos que se siembran en la zona, pero son los más representativos para la economía de la región.

Existen varios factores que afectan a la producción agrícola de la zona en estudio.

- mala calidad del suelo y falta de una adecuada preparación del mismo.
- las siembras se realizan extemporáneamente
- no se usa semilla certificada ni fertilizantes
- no hay control de plagas y enfermedades
- el control de las malas hierbas no es oportuno ni eficiente
- la recolección de la cosecha generalmente se realiza extemporáneamente.
- En esta zona se siembra maíz criollo o nativo el cual no es de muy buena calidad , y tiene un rendimiento bajo.

Los productos agrícolas en la zona de embalse no tienen maquinaria agrícola, realizando los trabajos de campo con yunta y limpias a machete.

Los gusanos cogollero, elotero, cortador y barrenador son las principales

plagas que atacan a las siembras.

Las tierras de producción agrícola afectadas por el Proyecto Hidroeléctrico, del Caracol forman un área de 4851 Has. de las cuales, 5 de ellas son suelos con declive suave, formados por pequeñas vegas del río; 1750 Has. son erosionados de declives del 8 al 16%, 775 Has. son suelos erosionados con declives de más del 16% y 2321 Has. son suelos sin uso, formados por cañón y afloramiento de roca.

En las 4 Has. del suelo con declive suave se siembra maíz con un rendimiento de 1500 Kg/Ha.

En la siguiente tabla se muestra la superficie que se utiliza para los diferentes tipos de cultivo y su rendimiento, en suelos con declive del 8 al 16%

Superficie Has	Producto	Rendimiento K/Ha.
373	Maíz	800
10	Ajonjolí	800
29	Mango	9 660
4	Plátano	13 000
3	Papaya	49 000
6	Limón	19 000
2	Tamarindo	6 900
18	Ciruelo Tropical	5 148

Los frutales, excepto los ciruelos ocupan tierras que reciben riego parcial (no total) en verano por falta de agua en manantiales de donde proviene.

### III.5.2 Ganadería

En la zona de embalse se realiza muy poco la actividad ganadera, aunque las fincas o ranchos ubicados en el vaso de almacenamiento son explotaciones mixtas (agropecuarios), las tierras dedicadas a esta actividad generalmente están localizadas arriba de la cota 520, en igual forma las explotaciones pecuarias comunales o ejidales.

El ganado que más se explota en la zona de estudio es el criollo y éste cruzado con cebú. El manejo del ganado, así como la sanidad animal, no se efectúan en forma adecuada. Estas actividades se limitan únicamente al control parcial de parásitos externos y algunas enfermedades que atacan el ganado en la región.

En cuanto a los pastos, no existe sanidad vegetal, ni control de malas hierbas, existen enfermedades y plagas. El manejo de pastos no se realiza en forma adecuada, lo cual trae como consecuencia el bajo índice de agostadero en los pastizales. Las praderas están formadas por partes naturales, en terrenos de pendiente regular o fuerte. Se utilizan para ganado, 1305 Has. en suelos con declive del 8 al 16% y 775 Has. en suelos con declive mayor del 16%.

### III.5.3 Población Económica.

Según la opinión de maestros, autoridades ejidales y municipales la actividad económica más importante es la agricultura y la mayoría de la población se dedica a ella. La ganadería desde este punto de vista, representa una mínima importancia.

No existe industria, el comercio es mixto siendo insignificante respecto a la población económicamente activa.

Los hombres desde muy corta edad se ven en la necesidad de laborar en el campo.

El salario mínimo medio rural es un 80% del salario mínimo que impone la Ley Federal del Trabajo.

### III.6 Método de Valoración

#### III.6.1 Valoración de la región

Valor es el grado de utilidad de las cosas o su grado de aptitud para proporcionar placer, bienestar o deleite. El valor medio regional se basa en las valoraciones analítica y comercial. Es importante también hacer una valoración de restitución y de incremento del proyecto.

La valoración analítica o racional se realiza mediante la fórmula del equilibrio económico siguiente:

$$P = R + G_a + G_o + C + U$$

donde P el valor total de los productos obtenidos en la explotación

R la renta de la tierra

G<sub>a</sub> gastos anuales (amortización, intereses, riesgos y conservación)

G<sub>o</sub> gastos de operación (renta del local, combustible, lubricantes, etc.)

C contribuciones, cantidad que se paga por concepto de impuesto.

U utilidad que debe percibir el empresario u organizador.

En esta fórmula son conocidos todos los componentes de la expresión con ex-

cepción de R (renta de la tierra), la cual se despeja y se obtiene su valor, aplicándosele posteriormente los intereses que debe ganar ese capital en un año, o sea la capitalización de la renta líquida.

Los factores que intervienen en la valorización analítica son los siguientes:

- Prácticas agrícolas en la zona de estudio
- Rendimientos de cosechas
- Mercados y centros de consumo
- Precio y venta de productos
- Climatología de la región
- Vías de comunicación
- Costos de cultivo
- Costos de cercos y desmonte
- Impuestos: predial, de producción y gastos de explotación
- Calidad de tierra y precio de productos químicos agropecuarios.

La valoración comercial de la región, también llamada valoración sumaria o - por comparación, se basa en el análisis de las operaciones más recientes de compra-venta de terrenos en la región, en el análisis de la situación económica de la misma, en la lejanía o cercanía a los mercados o centros de consumo, en la existencia o ausencia de vías de comunicación y en las propiedades físicas de las tierras.

Tanto para la valoración analítica, como para la comercial de la zona de embalse, se utilizaron datos del Banco Nacional de Crédito Agrícola, del Banco Nacional de Crédito Ejidal, de la Aseguradora Nacional Agrícola Ganadera, de la Agencia General de Agricultura, del Banco de México, del Banco Nacional de

México, de los comerciantes de productos agropecuarios y del campo experimental en Iguala.

Existe también un valor potencial que es directamente proporcional a la producción máxima de una cosa y objeto, en la que intervienen los factores de la producción.

Los valores de restitución y de incremento anual, por indemnización y restitución de bienes por cada año que pase hasta que se haga la liquidación de los mismos, son necesarios para dar una idea de la inversión que necesita hacer la CFE en la realización del proyecto.

Los valores de incremento se basan en la ubicación de la zona, en las vías de comunicación, en la situación económica de la región, mercados y centros de consumo, y otros.

En esta zona se utilizaron los siguientes factores:

10% de incremento anual para tierras de predios agrícolas

30% para construcciones (urbanas, semi-urbanas), puentes, caminos.

El incremento se consideró sobre el valor de restitución.

Es conveniente aclarar que para el estudio, el área del proyecto se dividirá en 2 zonas principales, la A y la B, ya que el valor de los bienes afectados fluctuarán de acuerdo a la existencia o ausencia de varios factores que se mencionaron con anterioridad.

Los valores que se obtuvieron y que se mostrarán a continuación son las valoraciones de la cota 423 a la cota 520 msnm.

### III.6.2 Análisis de la zona A

El área A se ubica aguas arriba de la boquilla hasta aguas abajo del poblado "Balsas". Los suelos que la forman corresponden a suelos del valle, intermedios y laderas. Cuenta con camino de terracería (Poblado Balsas), el cual es transitable en tiempo seco; en el tiempo de lluvias es interrumpido por carecer de puentes y alcantarillado, este mismo poblado cuenta con servicio diario de ferrocarril.

El mercado para los productos agrícolas es Estación Balsas y en caso de excedentes de producción se pasa al mercado de Iguala.

El área A tiene las mejores tierras, lo que influye en la valoración de las mismas. Su valor analítico se determina por unidad (hectárea), en base al salario mínimo establecido por la Ley Federal del Trabajo que es de \$ 25.00 (1975), y no el real que es de \$ 20.00. También se elaboraron los costos de maíz sin mecanizar y sin fertilizante en suelos de temporal de pendiente regular y el costo de alambrado por kilómetro. El costo del maíz se refiere al total de gastos efectuados para lograr que una planta produzca cosecha, y se determina basándose en el salario que se paga en la región, en el costo de producción, en el monto de producción en tierras, en el precio de venta de los productos, en la lejanía o cercanía a centros de consumo y en el grado de tecnificación en las tierras.

Es importante destacar que el Ajonjolí, en este caso, no se toma en cuenta ya que se siembra en muy pequeña escala.

Para el análisis de los cercos se usó el kilómetro. La estimación sobre el costo de alambrado por kilómetro, se hizo sabiendo que puede o no ser utilizada en el aspecto indemnizatorio (cercos dañados).

### III.6.3 Análisis de la zona B

El área B se ubica aguas arriba del poblado "Estación Balsas", hasta el Puente Mezcala (Carretera México-Acapulco).

Los suelos que la forman corresponden a suelos desarrollados en laderas, a los intermedios y a los formados por cañón.

No cuenta con vías de acceso, la comunicación se hace por agua o en bestia.

Las tierras en su mayoría son tierras sin uso e impropias para la explotación agropecuaria.

En conclusión, en esta zona son afectadas tierras de poco valor indemnizatorio.

### III.6.4 Resumen de Valores Analítico, Comercial de Restitución y de Incremento.

A continuación se presentará una tabla en la que se exponen los porcentajes de los valores de los distintos conceptos con respecto al valor total.

CONCEPTO	VALOR ANALITICO	VALOR COMERCIAL	VALOR DE RESTITUCION
Vivienda	45%	38%	73%
Centros Educativos	5%	4%	5%
Templos	1%	1%	2%
Caminos y un puente	4%	3%	1%
Vías férreas y un puente	16%	14%	5%
Frutales	29%	---	---
Tierras	---	40%	14%

A los cinco primeros conceptos se les aplicaron el 30% de incremento al valor de restitución para obtener el valor de incremento, y al séptimo concepto se le aplicó el 10% de incremento.

Los costos obtenidos en noviembre de 1975 fueron los siguientes:

Valor analítico del proyecto	\$ 10'994,932.63
Valor comercial del proyecto	13'119,562.50
Valor de restitución del proyecto	37'225,062.50
Valor de incremento del proyecto	47'337,568.70

### III.7 Reacomodo de la Población Afectada

#### III.7.1 Estudios Preliminares

Para la selección de los lugares de reacomodo se consideraron en primer término las sugerencias de los interesados así como la forma de agrupamiento que deseaban. Se estudiaron áreas ubicadas en los municipios de: Arcelia, Apaxtla, Meliodoro, Iguala, Cocula y pequeñas porciones territoriales contiguas a poblados que están dentro de la zona de embalse. (Fig. ) Estas proposiciones se evaluaron de acuerdo con los siguientes aspectos:

- a) Topografía del Terreno
- b) Posibilidad de acceso por vía terrestre y/o acuática.
- c) Disponibilidad de fuentes de agua
- d) Características físicas
- e) Disponibilidad de la superficie necesaria
- f) Existencia de banco de materiales
- g) Cercanías a las áreas de trabajo.
- h) Costo de movilización de personas y productos
- i) Afinidad de los habitantes para agruparse

- j) Distancia y número de habitantes de los actuales pueblos y rancherías.
- k) Régimen de tenencia de la tierra
- l) Jurisdicción política.
- n) Otros de carácter estructural local

En base a lo anterior y principalmente a la tenencia de la tierra, se excluyeron las áreas de los municipios: Arcelia, Iguala, Heliodoro Castillo y Tepetlacuilco. Habiendo la posibilidad de reacomodo en las tierras adyacentes a la presa "La Mojarra" (Valle de Cocula) y en las áreas contiguas a poblados que están dentro de la zona de embalse, las cuales tienen las siguientes ventajas: no habría desarraigo de los habitantes, la comunidad seguiría trabajando sus tierras no afectadas, los nuevos pobladores se ubicarían arriba de la zona de embalse y la dotación de agua en los nuevos poblados sería del vaso o bien de manantiales o arroyos que existen encada poblado.

#### IV. EVALUACION DEL EFECTO AMBIENTAL

##### IV.1 Métodos de Evaluación

La construcción y realización de cualquier proyecto de Ingeniería Civil acarrea como consecuencia un cambio en el medio el cual puede beneficiar o perjudicar a determinados elementos ambientales (natural, social y cultural).

Para evaluar dichos cambios existen diferentes métodos, los cuales dan siempre resultados preliminares ya que en ellos no se toman en cuenta factores políticos, económicos u otros que sean difíciles de evaluar o que no se encuentran en la zona de estudio, pero que están relacionados con ella.

Estos métodos también se utilizan para comparar alternativas. Con ellos se muestra cuál de las alternativas propuestas en un proyecto determinado genera mayores beneficios o menores perjuicios en la zona.

A la fecha se han realizado diversos estudios de los efectos ambientales (también llamado "impacto ambiental"), los cuales tienen varias deficiencias.

Uno de los problemas que se presenta con gran frecuencia es que los factores afectados por el proyecto se analizan individualmente y no como arte de un todo. Otro problema, lo es el que a muchos factores no se les da la importancia debida o son ignorados, aún cuando sí son importantes.

Para realizar un estudio de efecto ambiental se sigue el procedimiento descrito a continuación:

- 1.- Determinar los principales objetivos del proyecto.
- 2.- Analizar las posibilidades tecnológicas para realizarlo.
- 3.- Precisar las acciones que constituirán el proyecto propuesto.
- 4.- Evaluar las características del ambiente existente en la zona del proyecto.

- 5.- Preparar planes alternativos al del proyecto y análisis de beneficio-costos para cada paso del proyecto.
- 6.- Identificar y evaluar los impactos que podrían general el proyecto y sus alternativas.
- 7.- Comparar y ponderar las diversas alternativas y sus impactos.
- 8.- Dar recomendaciones.

Para poder realizar un estudio completo se requiere de la participación de especialistas (ingenieros, geógrafos, biólogos, economistas y sociólogos entre otros) de las diversas ramas, para que cada uno, en su campo, pueda definir con mayor exactitud los daños que ocasiona la acción propuesta. Esto provoca muchas dificultades, ya que el conciliar todas las opiniones para concluir con una solución específica es muy difícil.

La evaluación de los efectos ambientales se fundamenta en los siguientes criterios:

- 1.- Grado de disturbio en los ecosistemas.
- 2.- Efectos irreversibles sobre los recursos básicos.
- 3.- Efectos acumulativos de muchas acciones pequeñas.
- 4.- Reacciones en cadena o efectos secundarios de actividades interrelacionadas.
- 5.- Rareza de algún recurso natural.
- 6.- Interés público anticipado.
- 7.- Magnitud del impacto, la cual se encuentra relacionada con la reversibilidad del mismo.
- 8.- Durabilidad del impacto ambiental y las consecuencias que prestan los efectos acumulativos al entrecruzarse con el tiempo.
- 9.- Si el impacto se da a corto o a largo plazo, y si es intermitente, de manera que permita la rehabilitación del área afectada.

- 10.- Probabilidad de un efecto ambiental de gran riesgo para el área de influencia.
- 11.- La importancia del área ambiental específica en su estado actual.
- 12.- Las soluciones factibles y disponibles a los impactos ambientales que se presenten.

Existen varias técnicas o metodologías para evaluar en forma cualitativa y cuantitativa los efectos ambientales. Algunas de éstas son:

- 1.- Listado de conceptos.
- 2.- Matricial de interacción.
- 3.- Reticular.
- 4.- Superposición de mapas o planos
- 5.- Específicas.

Todas ellas cuentan con variantes, aunque su objetivo es común y requieren de la misma información.

La investigación sobre los efectos ambientales ocasiona que constantemente se creen nuevos métodos de evaluación, o que se modifiquen los ya existentes. Los métodos más comunes son los antes mencionados.

El uso de una técnica determinada para la realización de un análisis de impactos ambientales depende de las necesidades específicas del proponente y del proyecto en cuestión. La técnica o método escogido debe abarcar todas las alternativas, aspectos de criterio y principales puntos de vista significativos. Además debe ser simple, para ser aprendido y aplicado por un grupo pequeño con conocimientos limitados.

#### IV.1.1 Listado de conceptos.

Por medio de un listado, se califica el efecto que producen las diversas alter

nativas en cada uno de los factores ambientales.

El listado que da nombre al método se forma con todos los factores que son afectados tanto positiva como negativamente por el proyecto,

Para esta técnica se encuentran distintas modalidades:

- 1.- Listados simples.
- 2.- Listados descriptivos.
- 3.- Listados de escala.
- 4.- Listados de escala y ponderación.

Una variante del listado simple consiste en colocar a todos los factores afectados en una columna, y a continuación calificar como positiva (✓) o negativa (X) la alteración de dichos factores en otras tres columnas, correspondientes a las etapas de planeación, construcción y operación.

Un ejemplo de los listados de escala es el de Adkins-Burke, el cual consiste en calificar con un número y con un signo ("+" ó "-") a cada factor incluido en el listado, donde el número indica la magnitud de la alteración y el signo si ésta es positiva o negativa por la acción del proyecto. Para cada alternativa que se tenga es necesario calificar todos los elementos que estén formando parte del listado. Posteriormente se contará el número de factores afectados positivamente (x) y el número de factores afectados negativamente (y). Para conocer el promedio de los factores afectados de forma positiva se hace la siguiente operación:

$$\text{Promedio de factores afectados positivamente} = \frac{x}{x + y}$$

El promedio de valores se obtiene de dividir el resultado de la suma algebraica de todas las calificaciones entre el número total de factores alterados (x + y).

Con estos dos promedios se comparan las alternativas analizadas y se concluye qué tanto no se afecta la zona estudiada en cada una de ellas y cual alternativa es más conveniente desde el punto de vista ecológico.

El método de listado de conceptos es muy útil para dar una idea general y rápida de la magnitud de los efectos ocasionados por el proyecto. La desventaja que presenta es que hay una cierta probabilidad de que no se incluyan algunos factores por olvido, o que no se les dé la importancia que tienen, dando como consecuencia una evaluación incompleta. El listado es un método auxiliar bastante aceptable para la toma de decisiones.

#### IV.1.2 Matricial de interacción.

El método matricial se basa en colocar, como su nombre lo indica, en forma de matriz, una lista de acciones del proyecto o de planes alternativos (medidas, proyectos, sitios, acciones o diseños) como encabezados de las columnas, y los criterios que van a determinar una elección en los renglones. En cada casilla de la matriz, se registra una conclusión acerca de si la alternativa en cuestión alterará favorable o adversamente al criterio correspondiente. En la mayoría de los sistemas se usa un rango de números para permitir a los evaluadores registrar los aspectos de intensidad.

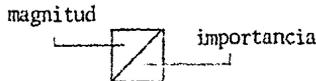
Existen algunas variantes de este método, en las cuales se multiplica el valor del daño (dentro de cada casilla) por el valor de importancia de cada criterio (renglones) y suman los totales para obtener un índice global para cada alternativa.

La matriz más representativa es la desarrollada por Leopold, aunque es posible diseñar una matriz según el proyecto y el sitio de emplazamiento del mismo. -

Tales son los casos de Moore y de Sorenson.

a) Método de Leopold.- En esta matriz, las acciones del proyecto que afectarán al ambiente están dispuestas en un eje (generalmente columnas), y las condiciones ambientales existentes que pueden ser alteradas, en el otro (generalmente renglones). El número de acciones enlistadas horizontalmente es de 100, y verticalmente, de 88 características o atributos ambientales. Claro que en cada proyecto existirán acciones que no serán significativas, razón por la cual éstas no aparecerán en la matriz en estos casos.

Si alguna acción afecta a alguna característica ambiental, se marcará en la intersección de ambas con una calificación tanto de magnitud como de importancia.



La magnitud es un valor que nos da idea del grado o cuantía del impacto en cuestión, mientras que la importancia nos da indicaciones sobre su relevancia o consecuencias.

Una forma de calificar es utilizando la escala que va de -5 a +5, donde el signo refleja un beneficio (+) o un daño (-), y el número, la importancia y magnitud del efecto. A veces se usan colores que, de manera general, dan idea de los efectos predominantes o críticos.

Es conveniente agregar a la matriz un resumen de los resultados de manera que se facilite el análisis y la comprensión de los resultados. La matriz debe ir acompañada también, por un texto en el que se discutan, individualmente, las casillas marcadas con los valores numéricos de mayor magnitud e importancia. Además, aquellas acciones (columnas) que causen un gran número de efectos, sin

importar sus valores numéricos, deben discutirse detalladamente. De la misma manera, aquellos atributos ambientales (renglones) que tengan muchas casillas marcadas, deben ser considerados.

El listado de las características ambientales en el método de la matriz de Leopold se resume a:

1.- Características físicas y químicas:

- Terrestre
- Agua
- Atmósfera
- Procesos como inundaciones y erosiones.

2.- Condiciones biológicas

- Flora
- Fauna

3.- Factores culturales

- Uso del suelo
- Recreación
- Estética e interés humano
- Cultural
- Facilidades y actividades creadas

4.- Relaciones Ecológicas.

- Salinización de los recursos acuíferos
- Transmisión de enfermedades por medio de insectos
- Otros

El listado de las acciones ambientales en el método de la matriz de Leopold se resume en:

1.- Modificación del régimen

- Introducción de fauna diferente

- Incendios
- Ruido y vibraciones, etc.
- 2.- Modificación del suelo y construcciones
  - Urbanización
  - Aeropuertos
  - Presas
  - Otros
- 3.- Recursos
  - Perforaciones
  - Excavaciones
  - Pesca y caza
  - Otros
- 4.- Procesos
  - Granjas
  - Pastizales
  - Refinerías y almacenes
  - Otros
- 5.- Alteración del suelo
  - Control de la erosión
  - Paisaje
  - Control de despedicios
  - Otros
- 6.- Renovación de recursos
  - Reforestación
  - Tratamiento de basura
  - Fertilización
  - Otros

7.- Cambios en la comunicación

- Automotriz
- Aereo
- Ferroviario

8.- Disposición y tratamiento de despedicios

- Al océano
- Disposición subterránea
- Emisiones
- Otros

9.- Tratamientos químicos

- Fertilizantes
- Control de hierbas
- Control de insectos
- Otros

10.- Accidentes

- Explosivos
- Fugas
- Fallas en la operación

11.- Otros

Una forma muy común de expresar los resultados es por medio de vectores, los cuales se obtienen de sumar todas las calificaciones que afectan a cada característica ambiental. El vector queda formado por un par de números que representan tanto la magnitud como la intensidad de cada una de las características ambientales. Con este vector nos podemos dar cuenta de cuáles son los factores más afectados y en forma general, qué tanto se afecta la zona en su conjunto.

b) Matriz de Moore.- Moore desarrolló una matriz de impactos ambientales para describir la relación entre actividades de manufactura y sus impactos potenciales en tres regiones de la zona costera de Delaware, Estados Unidos de Norteamérica. La filosofía básica del método de Moore es que un análisis significativo de los impactos de la manufactura debe basarse, en el fondo, en la determinación de los impactos directos e indirectos sobre los usos humanos del ambiente.

No se profundizará más sobre este tipo de matrices debido a que su aplicación es muy específica.

c) Matriz Escalonada de Sorenson.- Sorenson también desarrolló un método del tipo red para considerar los impactos ambientales sobre los usos de zonas costeras.

El procedimiento que se sigue en este tipo de matriz es el siguiente:

- 1.- Entrar a la matriz en la esquina superior izquierda bajo el título de Elementos del Proyecto.
- 2.- Leer a la derecha para encontrar los factores causales.
- 3.- Poner un pequeño círculo (o) donde haya una relación entre un elemento del proyecto y un factor causal.
- 4.- Dirigirse hacia abajo de la matriz desde el círculo marcado para encontrar los elementos del ambiente que pueden ser alterados. Donde exista una interacción entre un factor causal y un elemento del ambiente, colocar cualquiera de los siguientes signos:

- A para indicar un impacto positivo importante
- a para uno positivo poco importante
- B para uno negativo importante
- b para uno negativo poco importante
- U cuando existe un impacto, pero no se pueden determinar en el momento su magnitud o su dirección.

Junto a cualquier signo que se coloque, escribir el número correspondiente al elemento del proyecto que originó el impacto.

- 5.- En el lugar donde se haya marcado uno de los signos mencionados, dirigirse hacia la derecha de la matriz hasta encontrar la columna de Condición Inicial, en ella se anotará la condición que presenta, inicialmente, el elemento ambiental alterado.
- 6.- En la siguiente columna a la derecha, se anota el mecanismo de cambio del elemento alterado.
- 7.- En la siguiente columna a la derecha se anota la posible condición final del elemento alterado
- 8.- En la última columna se anotan las medidas correctivas potenciales que se deben tomar para minimizar los impactos.

El método matricial, en cualquiera de sus modalidades, es uno de los más utilizados dentro de la ingeniería sanitaria por su sencillez y por la claridad con la que se muestran los resultados. El método tiene la ventaja de poder observar todo el análisis que se hizo en una sola matriz, y si solo se desea ver los resultados, con observar el resumen (vector) basta.

La mayoría de las matrices tiene las siguientes desventajas:

- 1.- Se encuentran principalmente en parámetros ambientales, ignorando la existencia de criterios sociales y económicos.
- 2.- Ninguna proporciona al evaluador, una guía sistemática adecuada de cómo enfocar consistentemente la evaluación en cada casilla.
- 3.- La mayoría se concentra casi completamente en efectos adversos, bajo las suposiciones de que los efectos benéficos serán menores.
- 4.- Algunas matrices son muy difíciles de manejar por su tamaño.

#### IV.1.3 Superposición de mapas o planos.

La característica principal de este método, es que utiliza una serie de mapas y/o planos temáticos, para evaluar los efectos que ocasionan las distintas alternativas del proyecto sobre las características ambientales del lugar.

Los mapas o planos temáticos se elaboran en base a una serie de datos recopilados en el lugar, con ayuda de las fotografías aéreas, y en las distintas dependencias gubernamentales. Para cada característica física, cultural, social, económica, militar, de transporte, debe elaborarse un mapa o plano, de preferencia en material transparente para poder superponerlos.

Solo deberán considerarse los elementos del ambiente que sean más significativos para el desarrollo de las actividades.

Los elementos del ambiente que básicamente se consideran:

- Topografía
- Climatología
- Geología
- Suelos
- Uso Actual del suelo

Posteriormente se definen las actividades que se planean desarrollar en la zona como pueden ser agrícolas, pecuarias, industriales, etc., en función de las cuales se jerarquizará la potencialidad de los elementos antes mencionados.

Los mapas temáticos obtenidos se superponen para obtener el mapa de diagnóstico de uso del suelo. Para lograr esto se dibuja una cuadrícula en cada mapa, todas a la misma escala y en donde cada cuadro coincide en el mismo lugar de ubicación.

El mapa diagnóstico contendrá todas las características que afectan o que son afectadas por las alternativas propuestas. Con los datos gráficos resumidos en un mismo plano se determina la capacidad del terreno para el uso del suelo propuesto en el proyecto en cada una de sus diferentes alternativas.

A cada factor ambiental se debe asignar un valor de ponderación o "peso" el cual le dá una importancia relativa con respecto a los demás factores. Este valor de ponderación depende del uso de suelo propuesto.

Se asignan los valores de capacidad del terreno, siendo alto si el área es muy adecuada para el uso de suelo propuesto por la alternativa y bajo si dicha área es inadecuada para ese uso. Se proponen las siguientes escalas para analizar tanto la ponderación como la capacidad:

Ponderación	Capacidad
5 Mucha importancia	5 Muy alta
4 Importante	4 Alta
3 Moderada importancia	3 Moderada
2 Baja importancia	2 Baja
1 Muy baja importancia	1 Muy baja
0 Sin importancia	0 Inadecuada

La capacidad final del suelo para cada alternativa propuesta se obtiene sumando el grado de afectación que se da a cada factor analizado por su valor de ponderación:

$$\text{Capacidad} = \text{magnitud} \times \text{ponderación}$$

Con este análisis se obtiene un diagnóstico del uso del suelo, en donde se define el estado que guarda el manejo de los recursos (forestales, hidrológicos, etc.)

Se define la aptitud del terreno a partir del análisis de la potencialidad - agrológica del terreno. También se determinan los factores naturales o provocados que pueden alterar el estado original del recurso.

Por último, se definen las políticas ambientales que tienen por objeto rehabilitar, y mejorar las condiciones del medio ambiente. Es conveniente señalar que la superposición de mapas conduce a efectuar una mejor planeación del uso del suelo.

#### IV.1.4 Reticular

Las redes son soluciones más complejas que relacionan causa-condición-efecto, a diferencia de la matriz donde solo se relacionan causa-efecto.

Son métodos poco empleados según se desprende de un estudio hecho por Warner y Preston en los Estados Unidos de Norteamérica, en el que comparan 17 métodos diferentes (muchos de ellos como variantes de otros) contra 24 aspectos fundamentales como facilidad de representación, necesidad de tecnología especial y flexibilidad de aplicación entre otros.

#### IV.1.5 Específicas

Son técnicas desarrolladas para evaluar los impactos ambientales que se generan en un factor, tal es el caso del Sistema de Evaluación de los Impactos sobre el Recurso Hídrico causados por su explotación y regulación.

#### IV.2 Evaluación Económica de Impactos Ambientales

La evaluación económica de impactos ambientales puede ser una técnica importante en el análisis del impacto ambiental, porque permite la conversión de estos

impactos en unidades monetarias. Es necesario para realizar esta evaluación identificar las pérdidas o ganancias económicas. Las pérdidas se refieren - tanto a pérdidas de tipo financiero como las intangibles. Estas últimas son aquellas en las que el "bien" sufre de un cambio que no puede valuarse monetariamente hablando, pero que su cambio produce cambios a otros bienes los cuales sí tienen precio.

Las evaluaciones económicas que generalmente se basan en los efectos a corto plazo, en algunos casos, pueden ser demasiado bajas como para indicar el valor total de las pérdidas implicadas por un impacto.

En muchos casos, no será posible predecir con seguridad ni el impacto, ni el efecto.

El principio básico de la evaluación económica es el mismo que en el análisis costo-beneficio social, se evalúan las pérdidas o las ganancias de la manera en que serían evaluadas por los individuos afectados.

#### IV.3 Legislación Ambiental

La legislación ambiental es la más nueva dentro de la jurisprudencia mexicana, debido a que hasta hace relativamente poco tiempo comenzaron problemas como el agotamiento de los recursos naturales, la explosión demográfica, la contaminación ambiental, etc. los cuales han ido deteriorando y cambiando todo el medio

La protección ambiental se resume en los siguientes principios:

- 1.- Proteger a la población de daños fisiológicos por organismos patógenos, por tóxicos químicos, y por excedentes de energías físicas.
- 2.- Evitar molestias, irritación e incomodidades a la población por condiciones

ambientales deterioradas.

- 3.- Proteger el balance en los ecosistemas en la Tierra y conservar los recursos naturales,

A continuación se mencionan los códigos, leyes y reglamentos cuyo objetivo fundamental es la protección del ambiente, estableciendo procedimientos que, en resumen, limitan el deterioro de la calidad del agua para consumo humano, del aire que se respira y de la tierra.

- Artículo 75, Fracción XVI de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental.
- Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos.
- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas.
- Ley General de Asentamientos Humanos.
- Ley Federal de Aguas
- Ley General de Población
- Ley Forestal
- Reglamento para la Explotación Forestal
- Ley de Conservación de Suelo y Agua
- Ley de Obras Públicas.

#### IV. 4 Evaluación Ambiental de la presa "El Caracol"

Con base en la información recopilada tanto del proyecto como de las características de la zona en estudio, se realiza un análisis de los efectos ambientales que la presa "El Caracol" podría ocasionar en el área de embalse y zonas aledañas, si no se toman las medidas correctivas correspondientes.

Un método que se hubiera podido utilizar es el de superposición de mapas, sin embargo, no se empleó por no conseguirse en esa zona: específicamente, las distintas cartas geográficas necesarias, como son las de uso de suelo y climatológicas entre otras. Únicamente se dispone de las cartas topográficas de la zona en estudio y sólo con ellas es imposible utilizar este método.

También se descartó el método del listado porque se considera que es una simplificación del método matricial.

Por lo tanto, se ha escogido utilizar el método matricial de Leopold, por ser una de las técnicas más completas y a la vez, porque la interpretación de resultados es más clara y sencilla.

##### IV.4.1 Matriz de Leopold

La matriz que se tiene a continuación se formó utilizando los factores ambientales y acciones propuestos por Leopold. Es conveniente aclarar que sólo se encuentran los factores y acciones que intervienen o que son afectados por el proyecto, descartando algunos de los que aparecen en el listado original de Leopold, pero que en este proyecto no intervienen. Se analizan 55 acciones y 52 características.

Para calificar los efectos sobre las características ambientales, se utiliza en la magnitud, una escala que va de 1 a 10 donde se coloca 1 cuando el grado de extensión es pequeño y 10 cuando es grande. En cuanto a las intensidades se utiliza la escala que va de -5 a +5, colocando -5 para los efectos más perjudiciales sobre ciertas características, y +5 para los de mayor beneficio.

A la derecha de la matriz se colocan dos columnas, la primera con la suma, por renglón, de las intensidades que afectan tanto positiva como negativamente el medio. La segunda columna representa la sumatoria de todas las magnitudes para cada características. El valor superior indica la suma de las intensidades, ó en su caso de las magnitudes que producen beneficio y el inferior las que provocan daño.

Los resultados obtenidos en las dos primeras columnas se utilizan para formar las Tablas IV.1 y IV.2, que son un resumen del análisis efectuado. En ellas se puede observar cuáles son los elementos que resultan más beneficiados o dañados, así como los mayormente afectados en cuanto a magnitud.

#### IV.4.2 Comentarios respecto de algunas acciones sobre determinados elementos específicos.

Para ejemplificar de alguna forma cómo fue que se les asignaron los valores y signos a magnitudes e intensidades, se nombrarán algunas de las casillas:

- La urbanización provoca en los pastos un gran deterioro. Conforme el hombre va urbanizando el lugar, se pavimentan calles y se construyen casas, caminos, banquetas, comercio, etc: y aumenta el tránsito continuo tanto de personas como de transporte. Todo esto destruye con gran intensidad los pastos en la zona urbanizada.

- El vaso de la presa provocará una recarga en los acuíferos, ya que debido a la permeabilidad del suelo, la estancia del agua en un mismo lugar y la presión o carga de ésta, se presenta una infiltración mayor a la normal, beneficiando al agua subterránea.

- La construcción de cualquier obra de ingeniería civil trae como consecuencia la modificación en la comunicación del lugar, por la necesidad de crear los caminos convenientes para el traslado de equipo, materiales de construcción y -- trabajadores. Con la creación de caminos en la región, se beneficia el comercio, ya que con las nuevas vías de comunicación se podrán trasladar los productos agrícolas que se cosechan y será más fácil que las personas se comuniquen. También se introducirán productos que beneficiará el intercambio comercial.

- El ruido y las vibraciones que se producen al construir la presa son muy -- molestos para los animales, además de asustarlos si no están acostumbrados a la presencia del hombre.

Las acciones que causan daño a un mayor número de elementos son: la construcción de la presa y la urbanización. Por lo que es conveniente prestar especial cuidado en ellas para su planeación, de tal manera que no afecten a tantos elementos.

Al analizar la matriz de Leopold mostrada, surgen varios conflictos en cuanto a cómo calificar tal o cual elemento, si dicho elemento puede tener tanto -- beneficios como daños. Por ejemplo la pavimentación y urbanización del sitio ocasiona beneficios al hombre en cuanto a que se mejora la comunicación, la salud, etc. Pero también traerá como consecuencia el rompimiento de los patro

nes culturales, y la infiltración de costumbres que sólo crean necesidades que antes no tenían.

Al hablar de que las carreteras y puentes servirán para comunicar mejor y de esta forma producir que se desarrolle la población, muchas veces no se piensa en el peligro que se crea para los habitantes, de los cuales la mayoría son - peatones, por la cantidad de accidentes que con dicha carretera se pueden producir y que antes de constuídos no existen.

La comunicación en general romperá todos, o casi todos, los patrones culturales.

En esta obra en particular existe un elemento muy importante: el arrastre de se dimentos es grandísimo. Al depositarse el agua en la presa, estos sedimentos van al fondo de la misma, y el agua, que después de utilizarse en las turbinas, está libre de estos sedimentos y con una temperatura mayor, cambia las características del agua superficial aguas abajo.

En la actualidad existe una competencia deportiva de canotaje a nivel internacional de navegación sobre el río Balsas. Esta competencia ha sido cambiada al paso del tiempo por la creación de las presas, "La Villita" e "Infiernillo", y nuevamente se tendrá que modificar por la presa El Caracol. Se recorrerá por tierra algunos tramos y se reanudará la competencia aguas abajo de la presa. - Todo esto va a ocasionar que, poco a poco, menos personas intervengan en este deporte.

Por último, es conveniente mencionar que la introducción de fertilizantes quí micos a la zona, beneficia mucho a los sembradíos desde el punto de vista de producción, pero en cambio, ocasiona la recarga de agua contaminada a los acuíferos.

Tal vez a un corto tiempo esto no sea de gran importancia para el hombre, pero a futuro puede generar grandes daños.

El buen estudio, construcción y mantenimiento de la presa es muy importante, porque cualquier falla de la misma puede provocar alguna tragedia.

#### IV.4.3 Análisis de los resultados obtenidos en cuanto a intensidad.

La tabla IV.1 muestra en forma resumida las afectaciones que se presentan en forma positiva o negativa a cada característica. A partir de dicha tabla se puede llegar a varias conclusiones, como por ejemplo que existe un mayor número de elementos ambientales que se afectan en forma grande o intensa positivamente que los que resultan perjudicados.

El proyecto trae como consecuencia que muchas personas pierdan su vivienda y tierras de cultivo o ganado, considerándose en el mismo proyecto su reubicación.

Para poder reacomodar a la población afectada se realizaron diversos estudios de las posibles zonas propias para dicho reacomodo, llegándose a la conclusión de que las poblaciones, cercanas a la presa "La Mojarrá" (Valle de Cocula) fueron las más apropiadas.

La presa traerá beneficios a los lugares aledaños a la misma, ya que se construirán vías de comunicación, se tendrá más agua para el riego, se ampliará el comercio, se crearán fuentes de trabajo tanto para la construcción como para el mantenimiento de la planta hidroeléctrica.

También se observa que es grande el número de elementos afectados en una forma media negativamente, lo cual significa que en forma aislada cada elemento puede tener un daño relativamente pequeño, pero como conjunto, son muchos los factores dañados con esa intensidad, esto puede ocasionar un perjuicio general.

Los daños más grandes se producen principalmente, en los animales terrestres que habitan el lugar y en el medio actual, el cual será modificado de tal manera que pierde su visión natural con tanta maquinaria y urbanización, causando ruido y gran tránsito. Los animales terrestres tendrán que huir del lugar ya que el hombre los ataca y ambos no pueden convivir, dando como consecuencia - que dichos animales huyan de él y su espacio para desarrollarse y sea, cada vez más pequeño.

Se puede concluir que, con la obra analizada, el hombre recibirá grandes beneficios, podrá desenvolverse, comunicarse, alimentarse y trabajar mejor, aunque sean dañadas hasta cierto punto sus costumbres y cultura original. En cambio la ecología y el ambiente de muchas especies, y hasta las mismas especies serán dañadas, tal vez no tanto en intensidad, pero casi todos los demás elementos ambientales se afectarán negativamente y esto ocasiona que, como conjunto, se tengan repercusiones posteriores que perjudiquen al mismo hombre.

#### IV.4.4. Análisis de las magnitudes obtenidas.

Para realizar este análisis se utiliza la tabla IV.2

La presa puede dar origen a que se construyan lugares turísticos o de descanso, lo cual beneficia a muchas personas que se encuentran en la zona de estudio o que rodean a la misma, por la creación de empleos y de nuevas vías de comunicación.

Antes de la obra, como ya se mencionó en capítulos pasados, casi no existían vías de comunicación, con la misma, se crean tanto caminos como carreteras, lo cual beneficia a gran parte de la población del lugar.

Como consecuencia de lo anterior, el comercio se podrá desarrollar en forma más amplia, lo que se refleja en mejoría en la tecnología para el cultivo y para la cría de ganado.

Los animales terrestres, en cuanto a magnitud de afectación, también serán dañados. Los animales salvajes o libres en la zona de estudio llevan una tendencia a desaparecer con el tiempo, tanto por la inundación que la presa cause como la civilización y penetración del hombre en el lugar. Esto tal vez a corto plazo no afecte directamente al hombre, pero es imposible adivinar las consecuencias que traerá posteriormente.

Con el avance del hombre al lugar, el panorama ya no será el mismo, alterándose con estructuras creadas por él.

Las poblaciones obtendrán grandes beneficios, pero a su vez, en todas se perderán poco a poco sus costumbres y su cultura pasada. Hasta cierto punto, es la destrucción de muchas tradiciones y la creación de nuevas costumbres y necesidades, que se espera, puedan satisfacerse.

A corto plazo, sí existen beneficios para el hombre, como por ejemplo el mejoramiento de los servicios médicos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La teorías aplicadas en este estudio tienden a evaluar las afectaciones que produce, en el lugar de construcción una obra de magnitud tan grande como lo es la presa El Caracol. Con el análisis efectuado se concluye que la flora y la fauna cambiarán, algunas especies se extinguirán del lugar, varias poblaciones serán directamente perjudicadas por la inundación, en cambio otras serán beneficiadas con la creación de vías de comunicación, urbanización y el abastecimiento de -- agua potable.

La tecnología sigue avanzando y el hombre sigue ganando terreno, lo cual provoca que los animales libres cada vez tengan menor espacio para vivir. Para evitarlo, se recomienda consultar con un grupo de especialistas (biólogos), y para conocer cual será la adaptación de estos animales en medios cercanos, y si esta adaptación no es posible, recomendar cuáles son los sitios apropiados para ellos. - - - Es de gran importancia para el hombre cuidar la fauna, ya que sin ella, el hombre no puede vivir.

El clima se modifica, volviéndose más húmedo, y esto provoca que la flora también cambie.

Los beneficios económicos son muchos, tanto para las poblaciones como para la - - - nación ya que de ahí se obtendrá energía para diversos Estados de la República.

Se verán afectadas muchas poblaciones y gran parte de la ecología de la región.

El proyecto contempla un plan de reacomodo para la población afectada, mismo que ocasiona modificaciones en el patrón de vida de las personas reacomodadas ya que

cambiarán sus costumbres, tradiciones , y quizá hasta su actividad económica. Se hará una mezcla de cultura creando una nueva forma de pensar. Se crearán necesidades que, tal vez de inmediato, no se puedan satisfacer. La población de la zona afectada sufrirá de muchos cambios que el tiempo tenderá a mitigar.

Es obligación de la ingeniería preocuparse por que el cambio de estas personas se realice en forma gradual y en el lugar preciso en el que ellos se puedan - adaptar y desarrollar.

Por último, es bueno recordar que la ingeniería sirve al hombre para satisfacer sus necesidades. Es por esto la importancia de este análisis, para poder modificar todo lo que cause un gran daño, antes de la construcción de la obra, beneficiando en lo máximo posible, a toda la población. El ingeniero construye con un fin determinado y para obtener el óptimo beneficio, necesita considerar los daños al ambiente que dicha construcción producirá, así como buscar, en lo posible, las soluciones a dichos trastornos. Si los daños son graves, modificar algunos elementos de la obra, de tal manera que no se perjudique tanto al medio.

En la actualidad, el hombre se preocupa por conservar y mejorar el medio que - lo rodea, y es por este, que la ingeniería debe poner especial interés en el estudio de impacto ambiental.



EXPERIMENTALES UTILIZANDO LA MATRIZ DE LEOPOLDO EN LA PRESA EL CIRACOL

EVALUACION DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIONES										EVALUACION DE LOS MATERIALES										EVALUACION DE LA FORMACION																																																																															
EVALUACION DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIONES										EVALUACION DE LOS MATERIALES										EVALUACION DE LA FORMACION																																																																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

**SIMBOLOGIA**  
 EN LA MATRIZ  
 MATEMATICAS  
 INTENSIDADES  
 EN LAS MANOS DE  
 "INTENSIDADES"  
 SUMA DE  
 INTENSIDADES  
 POSITIVAS  
 SUMA DE  
 INTENSIDADES  
 NEGATIVAS  
 EN LA SUMA DE  
 MANOS  
 SUMA DE LAS  
 MANOS  
 EN LOS EFECTOS  
 QUE PRODUCEN  
 INTENSIDADES  
 NEGATIVAS  
**ESCALA**  
 MAGNITUD  
 DE 1 A 10  
 DONDE 1 EFECTO  
 DE MENOR  
 GRADO O  
 MAGNITUD  
 10 EFECTO  
 DE MAYOR  
 MAGNITUD  
 INTENSIDAD  
 DE -5 A +5  
 DONDE -5 EFECTOS  
 QUE PRODUCEN  
 DANOS  
 +5 EFECTOS  
 QUE PRODUCEN  
 BENEFICIOS



DES

QUIMICAS				CONDICIONES BIOLÓGICAS				FACTORES CULTURALES				RELACIONES											
ATMOSF.		PROCESOS		FLORA		FAUNA		USO DEL SUELO		RECREACION		ESTÉTICA		CULTURA		INFLUENCIAS Y ECT. CREBAS		ECOLÓGICAS					
a	b	c	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d

DES

QUIMICAS				CONDICIONES BIOLÓGICAS				FACTORES CULTURALES				RELACIONES											
ATMOSF.		PROCESOS		FLORA		FAUNA		USO DEL SUELO		RECREACION		ESTÉTICA		CULTURA		INFLUENCIAS Y ACT. CREBAS		ECOLÓGICAS					
a	b	c	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d

ESCALA DE INTENSIDADES			
		POSITIVA	NEGATIVA
	INSIGNIFICANTE	0 — 20	0 — 25
	MEDIO	21 — 50	26 — 50
	GRANDE	51 — 90	51 — 75

ESCALA DE MAGNITUDES			
		POSITIVA	NEGATIVA
	ESCASA	0 — 30	0 — 30
	MEDIA	31 — 60	31 — 50
	GRANDE	61 — 100	51 — 70
	MUY GRANDE	101 — 200	71 — 100

## BIBLIOGRAFIA

- Maycotte, Jorge I.  
Geología y Geotécnica del proyecto hidroeléctrico "El Caracol",  
Guerrero.  
C.F.E., México, 1981
  
- Ing. Ernesto Murguía Vaca  
Ingeniería Ecológica.  
Mayo, 1985.
  
- S. A. R. H., Subsecretaría de Planeación  
Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica.  
Manual del Curso sobre Impacto Ambiental.  
México, 1981.
  
- Tesis de Licenciatura presentada por:  
Jesús Manuel Díaz Segura.  
Una Guía para la Realización de Estudios de Impacto Ambiental.  
Ciudad Universitaria, 1983.
  
- Tesis de Licenciatura presentada por:  
Constantino Gutiérrez Palacios  
Impacto Ambiental de las Obras de Ingeniería Civil.  
México, D. F., 1981.