



01168
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

17
20
by

**EVALUACION ECONOMICA - FINANCIERA DE
PROYECTOS HIDROELECTRICOS MEDIANTE EL
USO DE LA INFORMATICA**

TESIS DE MAESTRIA
QUE PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRO EN INGENIERIA
(INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES)

Incluye un diskette 3 1/2
PRESENTA

ING. JOSE LUIS LUNA ALANIS

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

México, D.F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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.

**A mis Padres:
Por su amor infinito y ayuda
incondicionada.**

**A Marina:
Por el amor y confianza
que me ha tenido.**

**A mis dos pequeños ángeles:
Elkjaer y Laura Marina que son
la alegría de mi existencia.**

**Al Maestro Francisco Jauffred:
Como un homenaje por su gran
valía y conocimientos que me dió.**

**Agradezco la valiosa ayuda del maestro en
Ingeniería Rubén Téllez Sánchez para la
realización de esta Tesis.**

INDICE

TEMA	Página
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problemática	1
1.3 Objetivos	1
1.4 Metodología	2
CAPÍTULO II	
SITUACIÓN ELÉCTRICA DE MÉXICO	
2.1 Composición del sistema de generación	3
2.2 Principales fuentes de generación y su localización	3
2.3 Sistema Eléctrico Nacional	5
2.4 Centrales hidroeléctricas	6
2.5 Potencia hidráulica	10
2.6 Factor de planta	11
2.7 Factor de potencia	13
2.8 Potencia firme	13
2.9 Potencia secundaria	13
2.10 Clasificación de las centrales hidroeléctricas	14
2.11 Principales ventajas	14
2.12 Desarrollo de los proyectos hidroeléctricos	15
2.13 Transmisión de la energía	17
CAPÍTULO III	
ETAPAS DE UN PROYECTO HIDROELÉCTRICO	
3.1 Ciclo del proyecto hidroeléctrico	18
3.2 Identificación de la idea o evaluación del potencial	19
3.3 Estudio de prefactibilidad o anteproyecto	21
3.4 Estudio de factibilidad o de proyecto definitivo	22
CAPÍTULO IV	
ASPECTOS DE INGENIERÍA ECONÓMICA	
4.1 Concepto de interés	23
4.2 Cantidades equivalentes	24
4.3 Tipo de interés	25
4.3.1 Tasas de interés nominal e interés efectivo	27
4.3.2 Interés real	28
4.3.3 Interés compuesto continuo	29
4.4 Índices de precios	31
4.5 Inflación	34
4.6 Flujo de efectivo en una central hidroeléctrica	37
4.7 Tasa de recuperación mínima atractiva (TREMMA)	38
4.8 Tipo de cambio	39
4.8.1 Paridad técnica	39
4.8.2 Tipo de cambio para bienes cotizados en divisas	40

CAPÍTULO V

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS

<i>5.1 Objetivos generales del análisis económico</i>	43
<i>5.2 Valor del dinero en el tiempo</i>	43
<i>5.3 Método del valor actualizado neto (VAN)</i>	44
<i>5.4 Método de la tasa interna de retorno (TIR)</i>	45
<i>5.5 Relación beneficio-coste (B/C)</i>	46
<i>5.6 Método del valor anual equivalente (VAE)</i>	47
<i>5.7 Método del año de recuperación del capital (ARC)</i>	48
<i>5.8 Efecto de la inflación sobre los indicadores económicos</i>	49
<i>5.8.1 Incidencia sobre el valor actualizado neto</i>	49
<i>5.8.2 Incidencia sobre la tasa interna de retorno</i>	49
<i>5.8.3 Incidencia sobre los flujos de efectivo</i>	50

CAPÍTULO VI

MÉTODO PARA DETERMINAR EL COSTO

NIVELADO DEL kWh PRODUCIDO EN UN PROYECTO

HIDROELÉCTRICO

<i>6.1 Antecedentes</i>	51
<i>6.2 Procedimiento</i>	52
<i>6.2.1 Información básica</i>	52
<i>6.2.2 Definición de conceptos económicos</i>	52
<i>6.2.3 Valor nivelado o anualidad equivalente</i>	55

CAPÍTULO VII

ESTUDIO FINANCIERO

<i>7.1 Tipología de las inversiones</i>	57
<i>7.2 Necesidades de capital</i>	60
<i>7.2.1 Intereses durante la ejecución del proyecto hidroeléctrico</i>	60
<i>7.2.2 Gastos financieros</i>	61
<i>7.3 Fuentes de financiamiento</i>	61
<i>7.3.1 Condiciones y programas de financiamiento</i>	62
<i>7.3.2 Seguros</i>	64
<i>7.3.3 Amortización del crédito</i>	65
<i>7.4 Punto de equilibrio de una central hidroeléctrica</i>	68
<i>7.4.1 Punto de equilibrio operativo</i>	68
<i>7.4.2 Punto de equilibrio financiero</i>	69

CAPÍTULO VIII	
EXCEL, VERSIÓN 5.0	
8.1 Introducción a Excel 5.0	70
8.2 Requerimientos del sistema de cómputo para Excel 5.0	71
8.3 Hoja de trabajo de Excel 5.0	71
8.3.1 Uso de menús	71
8.3.2 Utilización de las barras de herramientas	72
8.3.3 Salida de Excel 5.0	72
8.4 Introducción de datos	72
8.4.1 Para abrir y guardar un archivo	73
8.4.2 Almacenar la hoja con un nuevo nombre	73
8.5 Desplazamiento a través de la hoja de trabajo	73
8.5.1 Introducción de datos	74
8.6 Introducción de fórmulas	75
8.6.1 Creación de fórmulas con referencias absolutas y relativas	75
8.6.2 Asistente para funciones	75
8.7 Representación gráfica e impresión de los datos	75
8.8 Funciones financieras	76
CAPÍTULO IX	
DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA	
SICOSTOS Y EJEMPLO DE APLICACIÓN: P.H. PAROTA, Gro.	
9.1 Descripción del proyecto hidroeléctrico Parota	79
9.2 Aplicación del programa Sicostos	80
CAPÍTULO X	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	82

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El desarrollo hidroeléctrico del país debe estar sujeto a la aplicación de una planeación adecuada, razón por la cual deben elegirse aquellos proyectos que sean viables técnica, económica y financieramente.

En la actualidad existe un marco jurídico apropiado para la participación de particulares en el proceso de generación eléctrica, permitiéndose además los servicios de la transmisión a particulares para su autoabastecimiento.

1.2 PROBLEMÁTICA

Debido a que no existe un sistema que permita evaluar de manera integrada un proyecto hidroeléctrico, se propuso diseñar uno que fuera capaz de evaluar su rentabilidad económica y financiera y así poder poner dichos proyectos en un orden de jerarquización.

Dicho sistema llamado SICOSTOS, fue desarrollado en Excel 5 bajo el entorno de Windows, aprovechando el gran avance que ha tenido la informática.

1.3 OBJETIVOS

En la tesis se presentan las bases económicas y financieras que están integradas dentro del sistema SICOSTOS y que se utilizan actualmente dentro del sector eléctrico.

Existe además la flexibilidad que este sistema se vaya enriqueciendo con nuevas ideas y aportaciones, ya que es dinámico y de fácil uso.

La evaluación económica-financiera de los proyectos hidroeléctricos es una actividad que culmina una serie de estudios, análisis y procesos realizados por diferentes grupos técnicos de la Comisión Federal de Electricidad.

Aunque el desarrollo de los proyectos hidroeléctricos es un proceso dinámico, permite en cada nivel de los estudios establecidos para la etapa de planeación calificar a los proyectos bajo distintos criterios, dentro de los cuáles están el económico y el financiero.

1.4 METODOLOGÍA

Para el análisis económico se presenta la metodología del costo del kWh nivelado, el cálculo de los indicadores económicos y el análisis financiero de un proyecto hidroeléctrico.

Los costos están referidos a precios medios de 1995 y se utiliza una tasa de descuento del 10 %.

En este capítulo, se dan así los antecedentes que originaron el desarrollo de un programa que fuera capaz de evaluar económica y financieramente un proyecto hidroeléctrico, al no haber en el mercado uno que cumpliera con las características requeridas.

En el capítulo II se hace una descripción del sistema de generación en el país, las principales fuentes de generación y su localización. Se dan las características de las centrales hidroeléctricas y sus parámetros más importantes.

En el capítulo III se comentan las etapas de un proyecto hidroeléctrico: Evaluación del potencial, Estudios de Prefactibilidad y de Factibilidad.

En el capítulo IV se mencionan algunos conceptos generales de Ingeniería Económica: Interés, cantidades equivalentes, diferentes tipos de Interés, índices de precios, inflación y tipo de cambio.

En el capítulo V se hace referencia a los métodos de evaluación de proyectos más comunes: Valor actualizado neto, tasa interna de retorno, relación beneficio-costos, valor anual equivalente y año de recuperación del capital. Se comenta además el efecto de la inflación sobre los indicadores económicos.

En el capítulo VI se dan aspectos sobre el método del costo nivelado del kWh producido en un proyecto hidroeléctrico y la información que se requiere.

En el capítulo VII se describe la tipología de las inversiones, necesidades del capital, fuentes de financiamiento, métodos de amortización y punto de equilibrio de una central hidroeléctrica.

En el capítulo VIII se dan las generalidades de la hoja de cálculo de Excel 5.0 y las funciones financieras existentes.

En el capítulo IX se hace una descripción del programa de computadora SICOSTOS y su aplicación en un proyecto hidroeléctrico.

En el capítulo X se dan algunas conclusiones y recomendaciones que se deben seguir para la operación del programa SICOSTOS.

SITUACIÓN ELÉCTRICA DE MÉXICO**2.1 COMPOSICIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN**

El sistema de generación está formado por unidades que utilizan diferentes formas de energía primaria para la producción de electricidad. El grado de participación de los diferentes energéticos obedece a factores técnicos, económicos, ecológicos y de política energética. A diciembre de 1994 la capacidad instalada en el Sistema Eléctrico Nacional alcanzó la cifra de 31,860 MW de los cuales el 54.50% utilizaban hidrocarburos (combustóleo, diesel y gas), el 28.40% era de centrales hidroeléctricas, el 6.0% correspondía a la central carboeléctrica de Río Escondido, el 2.40% de unidades geotermoeléctricas, localizadas en Cerro Prieto, Baja California Norte y en los Azufres, Michoacán, el 2.1% nuclear y finalmente el 6.6% de ciclo combinado.

En términos de energía, el 66.27% se generó con unidades a base de hidrocarburos y el 21.98% con centrales hidroeléctricas, el 7.17% con carboeléctricas y el 4.25% con vapor geotérmico y el 0.33% se generó con la central nucleoelectrica de Laguna Verde.

2.2 PRINCIPALES FUENTES DE GENERACIÓN Y SU LOCALIZACIÓN

Los centros de generación se encuentran localizados en diferentes regiones del país, agrupando en determinados casos, unidades generadoras de diferentes capacidades y tecnologías de generación.

El mayor desarrollo hidroeléctrico corresponde al Río Grijalva en el sureste del país, que está formado por las centrales Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas. La capacidad total del conjunto es de 3,900 MW y representa el 43.1% de la capacidad hidroeléctrica instalada.

Otro desarrollo hidroeléctrico importante es el del Río Balsas, localizado al sur del país. Las centrales que integran este conjunto son: Caracol, Infernillo y Villita con una capacidad total de 1,834 MW que corresponde al 20.2% de la capacidad hidroeléctrica del país.

La energía termoeléctrica proveniente de los hidrocarburos, se produce en unidades de diferentes capacidades y tecnologías (termoeléctricas convencionales, turbinas de gas, ciclos combinados).

A continuación, se muestran dos cuadros comparativos de varias centrales termoeléctricas e hidroeléctricas con sus respectivas potencias instaladas.

CENTRALES TERMOELÉCTRICAS		POTENCIA INSTALADA (MW)
1	Tula	1,500
2	Valle de México	730
3	Manzanillo.....	1,550
4	Salamanca.....	820
5	Altamira.....	740
6	Monterrey.....	465
7	Río Bravo.....	465
8	Francisco Villa	399
9	Salamayuca.....	316
10	Puerto Libertad.....	474
11	Mazatlán	616

CENTRALES HIDROELÉCTRICAS		POTENCIA INSTALADA (MW)
1	Aguamilpa.....	960
2	Agua Prieta.....	240
3	La Amistad.....	66
4	Bacurulo	92
5	Caracol.....	594
6	Comedero.....	110
7	Chicoasén.....	1,500
8	Peñillas.....	420
9	Zimapan	280

2.3 SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL

El Sistema Eléctrico Nacional está formado por nueve grandes sistemas:

- 1) Noroeste
- 2) Norte
- 3) Noreste
- 4) Occidental
- 5) Central
- 6) Oriental
- 7) Baja California Norte
- 8) Baja California Sur
- 9) Yucatán

Los seis primeros forman el Sistema Interconectado Nacional, que cubren prácticamente todo el país, los tres sistemas restantes, que se encuentran eléctricamente aislados, se localizan en las penínsulas de Baja California y Yucatán.

Con las ampliaciones previstas a la red de transmisión, próximamente se llevará a cabo la interconexión del sistema Yucatán. Actualmente existe una línea de transmisión de 230 kV entre el Sistema Oriental y el Sistema Yucatán; no se trata de una verdadera interconexión ya que solo se utiliza para alimentar radicalmente algunas subestaciones segregadas de Yucatán.

Una característica de los sistemas aislados es que sus medios de generación son netamente termoeléctricos; en el caso del sistema Baja California Norte, es importante destacar la participación de la generación geotermoeléctrica para satisfacer las necesidades locales y cumplir con un contrato de venta de energía que se tiene con Estados Unidos.

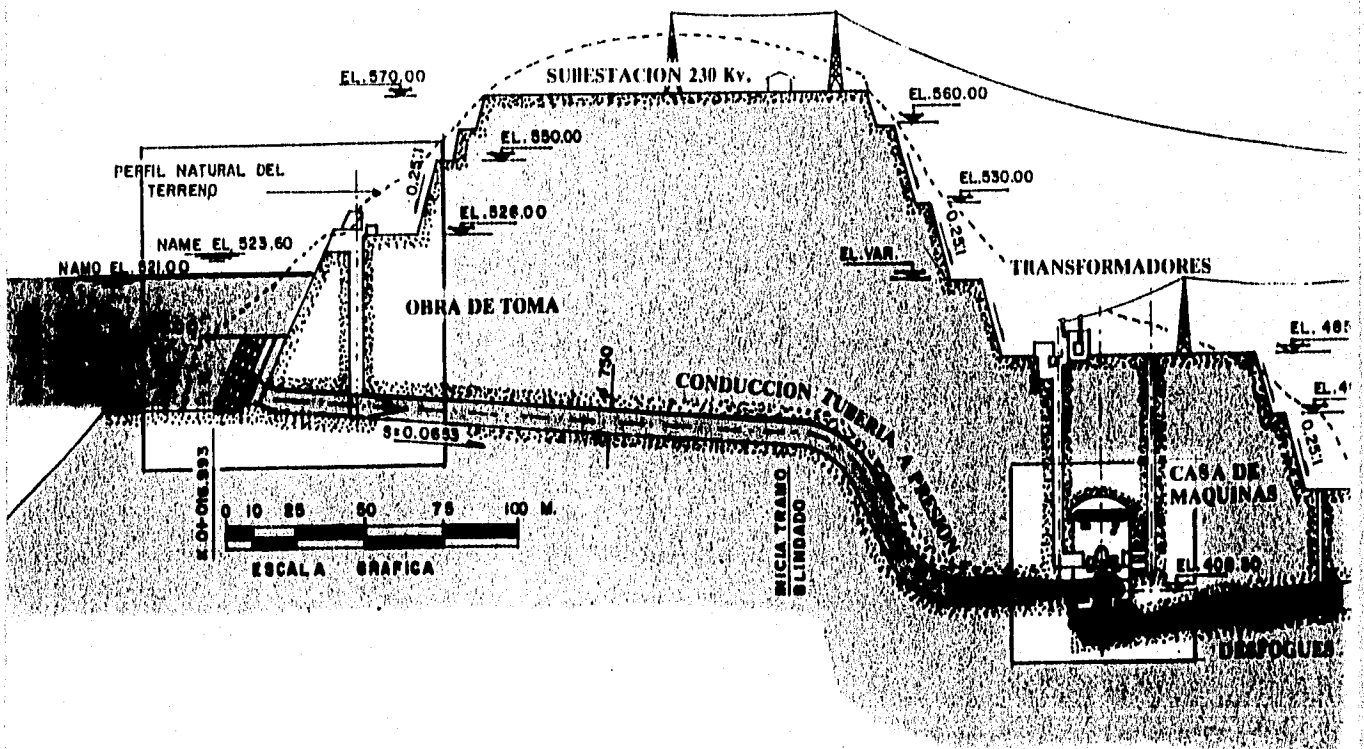
Para incrementar la oferta se han firmado convenios de Intercambio de energía eléctrica con empresas de California y Texas. Con California, el sistema eléctrico de CFE está interconectado a través de dos líneas de 230 kV y con Texas se cuenta con dos enlaces a 115 kV en Ciudad Juárez, así como enlaces a 138 kV en Piedras Negras, Nuevo Laredo, Presa Falcón y Matamoros.

Se han puesto en marcha el programa de rehabilitación de centrales generadoras recuperando 219 MW en el periodo 1990-1993.

2.4 CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Una característica importante de estas centrales es el no permitir una estandarización debido a que en cada lugar son diferentes las condiciones topográficas y geológicas. La diversidad de los proyectos da lugar a que exista una gran variedad de diseños, métodos constructivos y tamaños. En general, el principio de un aprovechamiento hidroeléctrico es convertir la energía potencial del agua en energía eléctrica. Para lograrlo se conduce el agua hasta las turbinas procurando obtener una resistencia hidráulica mínima. En las turbinas la energía cinética se transfiere al generador, donde se transforma en energía eléctrica.

A continuación, se muestra una representación convencional de un aprovechamiento hidroeléctrico.



Representación de un aprovechamiento hidroeléctrico

Las condiciones económicas que afectan a los proyectos hidroeléctricos son dinámicas, como lo es también la innovación tecnológica y la naturaleza misma de las curvas de carga de los sistemas eléctricos, lo que implica que un cierto tipo de central puede resultar más adecuada para ciertos usos específicos. Tal es el caso, en general, de las plantas hidroeléctricas que se utilizan para cubrir la energía de pico, mientras que las geotermoeléctricas y la nucleoelectrica se utilizan para cubrir la energía de base.

En los embalses de regulación interanual, como aquellos que se ubican al inicio de un sistema de aprovechamientos en cascada, la generación de energía está sujeta a la aleatoriedad de los volúmenes de escurrimiento hacia dichos embalses. Es importante distinguir los conceptos de generación firme y secundaria.

Por **generación firme** se entiende aquella que puede garantizarse mes con mes, por ejemplo, con un mínimo de deficiencias; naturalmente, será función de los niveles de operación y de la capacidad para regular los escurrimientos.

La **generación secundaria** será aquella que se logre al turbinar los volúmenes escurridos en exceso, hasta donde lo permita la capacidad de las turbinas.



Vista del rodete de una turbina

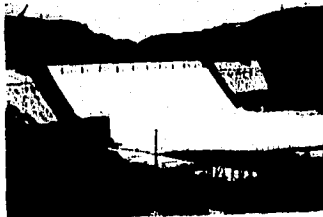
La distribución del agua se puede efectuar desde el vaso de regulación hasta las turbinas, por uno o varios conductos, de acuerdo con las condiciones particulares de cada caso, de las que se pueden señalar las siguientes:

- a) Localización y longitud del conducto o los conductos a presión.
- b) Potencia instalada total y por unidad
- c) Número de unidades, en función de la potencia y la velocidad específica más convenientes, para cada una de las turbinas.
- d) Condiciones necesarias para la regulación de la velocidad de rotación de cada unidad y de la estabilidad del conjunto.

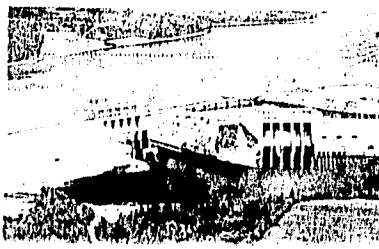
En forma muy general, se puede decir que desde el punto de vista económico para las centrales hidroeléctricas de gran carga y conductos muy largos, como el P.H. Zimapán, es conveniente considerar un solo conducto principal y al llegar a las cercanías de la casa de máquinas distribuir el agua a través de tuberías individuales a cada unidad. En el caso de centrales de baja carga y conductos cortos, es posible suministrar una tubería para cada unidad:

Una central hidroeléctrica puede constar de las siguientes estructuras:

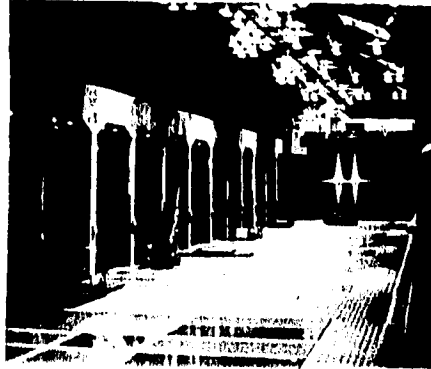
- a) Vaso de almacenamiento
- b) Infraestructura
- c) Obra de desvío
- d) Obra de contención
- e) Planta hidroeléctrica
- f) Obra de excedencias
- g) Subestación elevadora
- h) Pozo de oscilación
- i) Desfogue



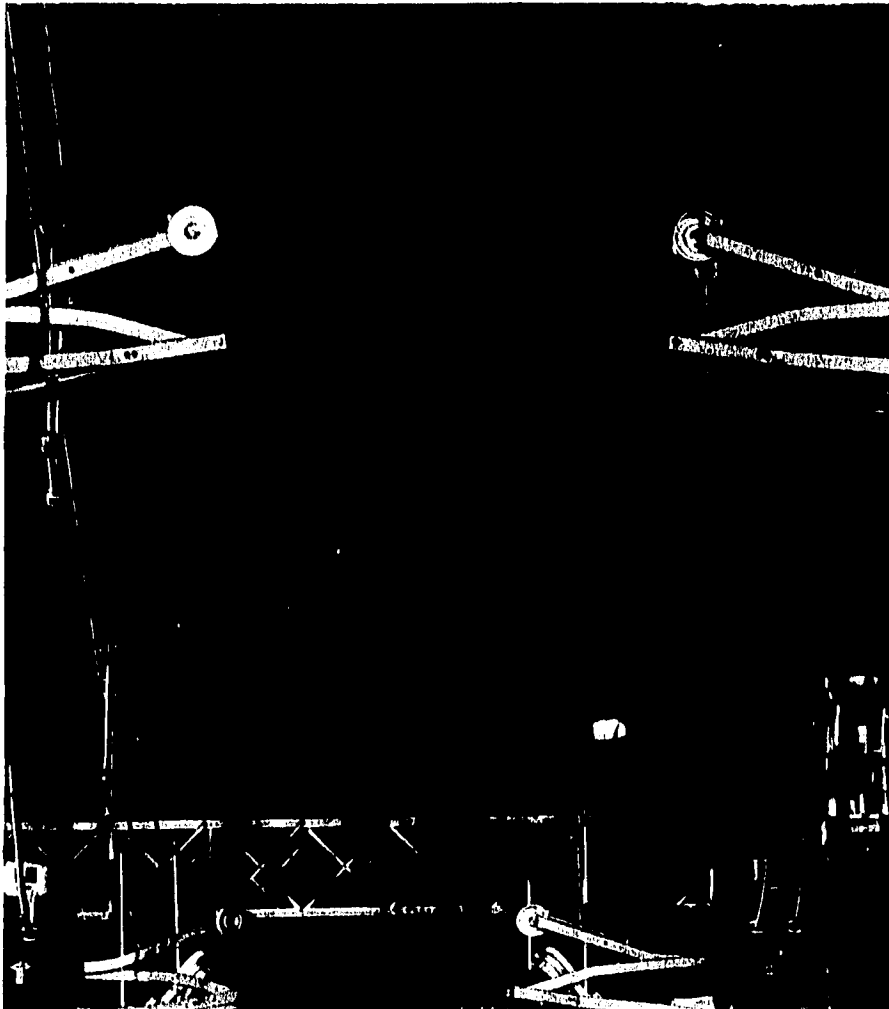
Vistas generales de centrales hidroeléctricas



Otra vista de una central hidroeléctrica



Vista de una casa de máquinas



Línea de transmisión

2.5 POTENCIA HIDRAÚLICA

La potencia teórica de una central hidroeléctrica, en función del gasto y de la carga hidráulica, se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$P_t = 9.81 QH \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

P_t = Potencia teórica, en kW

Q = Gasto, en m^3/s

H = Carga hidráulica, en m

La potencia efectiva, se obtiene introduciendo la eficiencia de la tubería o conducto forzado y de las máquinas.

Tipo de máquina	Eficiencia
Tubería	0.93-0.98
Turbina	0.85-0.92
Generador	0.95-0.98

De donde aproximadamente, la potencia efectiva, se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$P_e = 8.2 QH \dots \dots \dots (2)$$

Con la expresión anterior, se obtiene la relación entre una potencia dada y el producto QH.

Se pueden presentar dos casos:

a) **Una central hidroeléctrica de gran carga**, en donde prácticamente la carga hidráulica es constante.

Entonces:

$$P = KQ$$

La potencia es directamente proporcional a Q.

b) Una central hidroeléctrica de pequeña carga, por ejemplo a pie de presa:

Entonces:

$$P = CQH$$

La potencia es directamente proporcional al producto QH.

La generación media anual de la central hidroeléctrica, se obtiene como:

$$GMA = (8.76 P_e) F_p \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

GMA = Generación media anual, en GWh

P_e = Potencia efectiva, en MW

F_p = Factor de planta

Un aprovechamiento hidroeléctrico no puede caracterizarse completamente sólo por su potencia sino además, y en forma muy importante, por el tiempo en que ésta puede utilizarse. A este concepto se le llama energía o generación y representa el trabajo desarrollado en un cierto tiempo.

2.6 FACTOR DE PLANTA

La forma de la curva de operación de una central hidroeléctrica indica si ésta trabaja mucho o poco tiempo con su potencia máxima. Así, se dice que una central hidroeléctrica es de pico si trabaja fundamentalmente a mayor capacidad durante las horas de máxima demanda, aún cuando fuera de dichas horas esté sin funcionar.

Si la central trabaja con una potencia que no tome muchas variaciones, se dice que es de base.

Expresa la relación entre la potencia hipotética media durante el año y la potencia máxima requerida durante una hora (demanda máxima horaria) en el año.

Matemáticamente se expresa como :

$$F_p = \frac{G}{8.76 P} \dots\dots\dots(4)$$

Donde :

G = Generación, en GWh-a

P = Potencia, en MW

F_p = Factor de planta

El factor de planta tiene una importancia económica y técnica considerable, porque refleja la medida en que se aprovecha la instalación eléctrica. A una misma potencia instalada, un mayor factor de planta significa utilizar más energía, lo que indudablemente se traduce en menor costo por kWh. Mientras más alto sea el factor de planta, mayor provecho se obtendrá de la misma instalación en términos de energía total producida.

El valor del factor de planta para clasificar el tipo de operación de la central varía en los diferentes países, pero puede tenerse una idea general de ellos con los siguientes:

$F_p \leq 0.40$ central hidroeléctrica de pico

$F_p > 0.40$ central hidroeléctrica de base

En general, durante la etapa de planificación se establece si la central hidroeléctrica trabajará:

a) **Aislada.**- Caso en que las máquinas seguirán la curva de la demanda; en este caso la potencia instalada corresponderá a la potencia del pico de la demanda; el factor de planta será igual al factor de carga.

b) **Interconectada a un sistema eléctrico.**- Podrá trabajar en la base de la curva de demanda o como planta de picos; en estos casos podrá trabajar con factor de planta igual a la unidad, o con un factor de planta menor, de acuerdo con el pico que se desee tomar.

En todos los casos el gasto que se requiere es una función de la potencia y de la carga en cada instante.

Como ejemplo se puede poner el caso de la Central hidroeléctrica Chicoasén, sobre el río Grijalva, Chis. cuya energía se transmite hasta el centro del país a 60 ciclos por segundo.

Tiene una capacidad instalada de 2,400 MW y se obtiene una generación media anual de 5,580 GWh.

En estas condiciones la capacidad media productiva es de 636.986 MW y se trabaja con un factor de planta de 0.26. En otras palabras, Chicoasén es típicamente una planta de picos y su capacidad instalada es de casi cuatro veces mayor que su capacidad media productiva.

2.7 FACTOR DE POTENCIA

Tiene una interpretación estrictamente técnica, pero puede tener una incidencia económica muy importante. En los sistemas de corriente alterna, que son los más frecuentes, se distingue entre la potencia nominal, expresada en kVA y la potencia efectiva, que es la que resulta aprovechable en la producción de trabajo mecánico y se expresa en kW. La cuantía de la potencia efectiva es igual al producto de la potencia nominal por el factor llamado de potencia, cuyo valor máximo es la unidad. Esto significa que cuanto mayor sea el factor de potencia, mayor será el porcentaje aprovechado de la potencia nominal.

2.8 POTENCIA FIRME

Es aquella carga que puede atenderse en cualquier momento con alta seguridad hidrológica. Está determinada por el gasto mínimo del cauce, en m³/s.

2.9 POTENCIA SECUNDARIA

Es aquella que queda disponible por encima de la potencia firme, durante algunos periodos de tiempo. Está determinada por las condiciones hidrológicas y por la capacidad instalada.

2.10 CLASIFICACIÓN DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Una clasificación de las centrales hidroeléctricas en relación con la carga hidráulica H y el gasto Q , es la siguiente:

Central de baja carga	$H < 30$ m
Central de mediana carga	$30 < H < 150$ m
Central de alta carga	$150 < H < 300$ m
Central de muy alta carga	$300 < H < 2000$ m

En cuanto al gasto:

Gasto pequeño	$Q = 5$ m ³ /s
Gasto mediano	$Q = 25$ m ³ /s
Gasto grande	$Q > 25$ m ³ /s

2.11 PRINCIPALES VENTAJAS

Las principales ventajas de una central hidroeléctrica se pueden resumir de la manera siguiente:

- a) Es la opción más económica
- b) Utiliza un recurso renovable
- c) No contamina el medio ambiente, por no quemar combustibles fósiles
- d) Es una de las centrales con mayor horizonte en su vida económica, 50 años (su vida útil es mayor)
- e) Con la tecnología actual, es relativamente sencilla y barata la automatización completa de la central
- f) Conserva para el país, recursos naturales no renovables
- g) Los precios futuros de su energía eléctrica no dependen de los precios internacionales de los combustibles fósiles

2.12 DESARROLLO DE LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS

En la evaluación de proyectos hidroeléctricos consiste de una serie de actividades interdisciplinarias, en la que para su elaboración intervienen una serie de estudios en lo que se consideran: Aspectos hidrológicos, geotécnicos, topográficos, estructurales, construcción, estadísticos, evaluación de proyectos, finanzas, etc.,

En la práctica, para realizar la evaluación de un proyecto, normalmente se reúnen grupos interdisciplinarios sobre las áreas mencionadas y cada uno de los especialistas desarrolla la parte que le corresponde. El resultado de esta interacción es un estudio completo acerca de la viabilidad técnica, económica y financiera, que sirve de base para decidir sobre su realización.

Una decisión de este tipo no puede ser tomada solamente por una persona, o ser analizada sólo desde un punto de vista. Es posible afirmar categóricamente que una decisión siempre debe estar basada en el análisis de un sinnúmero de antecedentes con la aplicación de una metodología lógica que abarque la consideración de todos los factores que participan y afectan al proyecto.

La evaluación económica-financiera de un proyecto hidroeléctrico, parte fundamental del estudio, dado que es la base para decidir sobre el proyecto, dependerá del nivel que se tenga: Gran visión, Prefactibilidad o Factibilidad; así como del contenido veraz de información técnica.

A continuación, se muestra de manera esquemática en la tabla 1 algunas centrales hidroeléctricas con sus principales características, actualmente en operación:

Centrales	Ubicación	Potencia	Generación	Carga neta	Factor de planta
Hidroeléctricas		(MW)	(GWh)	(m)	
Agamilpa	Nayarit	960	2,131	144.0	0.253
Agua Prieta ^{2/}	Jalisco	240	440	508.5	0.209
La Amistad ^{3/}	Coahuila	66	165	57.5	0.288
Bacurato ^{3/}	Sinaloa	92	297	102.0	0.331
Caracol	Guerrero	594	1,486	91.2	0.288
Comedero ^{3/}	Sinaloa	110	301	130.0	0.312
Chicoasén ^{1/}	Chiapas	1,500	5,580	176.0	0.425
Pefílitas	Chiapas	420	1,912	32.3	0.520
Zimapán	Hidalgo	280	1,292	554.8	0.527

Tabla 1

^{1/} El proyecto hidroeléctrico se construyó para alojar 8 unidades de 300 MW, de los cuales 5 se encuentran instaladas y en operación

^{2/} Opera con aguas negras de la Cd. de Guadalajara y solo se considera un pequeño tanque de regulación

^{3/} El proyecto contempla el equipamiento para generación de energía eléctrica en presas existentes destinadas para otros usos

2.13 TRANSMISIÓN DE LA ENERGÍA

Los elementos Q (gasto) y H (carga hidráulica) producen energía mecánica en el rodetes de la turbina. Dicha energía es transmitida al generador que a su vez produce electricidad a bajo voltaje: 13.8 y 17 kV en México. El bajo voltaje es para evitar aislamientos caros entre los alambres de la bobina del generador.

Una vez salida la energía del generador es necesario subir el voltaje para hacer la transmisión por los cables.

La relación potencia, intensidad y voltaje es: $P = FVI$

El voltaje V equivale a la carga H en términos hidráulicos, la intensidad I al gasto Q y F llamado factor de potencia, es equivalente a la eficiencia de las turbinas.

El voltaje se eleva con sistemas de transformadores llamados subestaciones elevadoras, cuyo simil hidráulico es el de una bomba hidráulica. Así como sucede con las conducciones hidráulicas, durante la transmisión se pierde carga y cada determinada longitud hay necesidad de sobreelevar el voltaje con otra subestación. En México, el voltaje de transmisión es de 230 kV o 440 kV.

Una vez que se llega al centro de consumo, se baja el voltaje para repartirlo por la ciudad a 6000 o 13000 volts, utilizando las llamadas subestaciones reductoras. Este voltaje es transmitido por las calles y con transformadores colgados de los postes de luz se baja aún más (a 115 V o 220 V) para entregarlo al consumo doméstico.

ETAPAS DE UN PROYECTO HIDROELECTRICO

3.1 CICLO DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO

Para formular y evaluar un proyecto hidroeléctrico, es necesario contar con diferente información; y según la disponibilidad y confiabilidad de ésta, se obtendrán resultados que nos permiten, con mayor o menor grado de precisión, decidir si conviene o no invertir en un proyecto hidroeléctrico.

Es necesario planear con todo cuidado estos proyectos, analizar diversas alternativas, tomando en cuenta todos los aspectos. La toma de decisión, se debe basar en una cuidadosa evaluación de todos los costos y beneficios del proyecto.

El ciclo del proyecto hidroeléctrico se inicia precisamente con la identificación de la idea del proyecto y termina con la operación del mismo, abarca desde que se comienza a estudiar la idea identificada hasta que se tiene la inversión ejecutada y comienza la operación de la central hidroeléctrica.

El ciclo del proyecto hidroeléctrico se encuentra ligado al proceso de inversión en sus dos grandes fases: la preinversión y la inversión. La preinversión se caracteriza por ser la fase de investigación y estudio de la futura inversión, el desembolso que se hace está destinado a estudiar la posibilidad de llegar a resultados concretos y que de estos resultados se obtenga el mayor provecho posible. Las etapas que comprenden el ciclo del proyecto hidroeléctrico y que corresponden a la fase de preinversión son:

- a) Identificación de la idea, también llamado de evaluación de potencial
- b) Estudio de prefactibilidad
- c) Estudio de factibilidad

La fase de preinversión está compuesta por estudios, de una gran variedad y por proyectos de inversión en su concepción estricta. Asimismo, dicha fase se relaciona, en cuanto al financiamiento de estudios y proyectos, con fondos de preinversión, cuyo objetivo es promover la inversión apoyada en la formulación de estudios y proyectos.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE LA IDEA O EVALUACIÓN DEL POTENCIAL

La primera etapa del ciclo del proyecto hidroeléctrico, consiste en la identificación del sitio, también llamada evaluación del potencial.

Una vez que se tiene el sitio identificado se somete a un primer análisis cuyo objetivo es justificar o negar su viabilidad, para lo cual el proyectista se allega, únicamente, de la información que tiene a la mano y elabora un documento llamado perfil.

Para su elaboración se cuenta con información general y cifras aproximadas, lo cual permite conocer las posibilidades de invertir en el proyecto hidroeléctrico.

Sin el perfil, el sitio del proyecto es una abstracción y resulta muy difícil saber si tendrá o no posibilidades de éxito es necesario realizar una investigación somera que arroje claridad sobre los resultados que se obtendrán.

Los aspectos claves en esta etapa que se deben de investigar son:

- a) Volumen del mercado
- b) Disponibilidad de insumos
- c) Tamaño y tecnología
- d) Inversión estimada
- e) Beneficios esperados
- f) Marco Institucional

Volumen del mercado.- El cálculo inicial de la demanda tendrá que estar basado en series estadísticas, detectando la relación entre oferta y consumo, de tal forma que se tenga un dato aproximado de la futura demanda potencial.

-Disponibilidad de insumos.-Este aspecto es muy relevante para los proyectos hidroeléctricos, por razones del objetivo que se persigue, en este caso, la disponibilidad del agua como elemento generador de energía eléctrica.

-Tamaño y tecnología.- Es necesario estimar la capacidad instalada probable que se requiere, básicamente en función de la demanda y del potencial hidroeléctrico con que se disponga, así como el tipo de tecnología requerido, si existe en el país o si se necesita importar, como es el caso de las turbinas o generadores.

-Inversión estimada.- Se requiere tener una idea aproximada del monto de inversión que demanda el proyecto, para lo cual se estiman .

-Beneficios esperados.- Se debe especificar cuales son los beneficios que se esperan del proyecto hidroeléctrico, lo cual obviamente se relaciona con los objetivos que se persiguen con la Inversión.

Marco Institucional.- Se vincula el proyecto hidroeléctrico con el Sistema Eléctrico Nacional y su relación con la política económica del país.

La decisión de continuar con la siguiente etapa, necesariamente implica, en el caso de manejar un conjunto de alternativas del proyecto hidroeléctrico, una selección previa que indique cierta escala de preferencia, debido por ejemplo a que se tengan objetivos claros y un tope de recursos, de tal manera que algunas alternativas aparecerán más atractivas que otras, siendo entonces sometidas a una nueva investigación, que no es otra cosa más que continuar nuevamente con su formulación y evaluación. De este modo la selección, formulación y evaluación son actividades constantes dentro del ciclo del proyecto hidroeléctrico en la fase de preinversión.

Asimismo, el hecho de continuar con la siguiente etapa, profundizando la investigación, demandará mayores recursos por lo que el costo de los estudios se irán encareciendo, pero también se logrará, cada vez, un mayor grado de certidumbre sobre los resultados del proyecto, asegurándose un menor riesgo al efectuar la inversión.

Si bien, la relación costo-certidumbre no es precisamente proporcional, si es una relación que sigue la misma tendencia, a menor costo del estudio de preinversión, la seguridad es también muy baja, si se profundiza la investigación el costo se irá elevando, pero el grado de seguridad aumenta. Esta situación sería difícil que se diera de otro modo, pues no se podría ir a fondo desde un principio, invirtiendo muchos recursos en la investigación, si no se tiene el menor indicio de que el proyecto es atractivo, siendo que para cuando se demostrara su poca viabilidad ya se habría incurrido en demasiados gastos. Es por esto que el proceso de gestación y ejecución del proyecto hidroeléctrico se lleva por etapas, por aproximaciones. No obstante, cabe la posibilidad que en algún momento se lleguen a saltar etapas, esto obedece a las siguientes razones:

- a) Contar con demasiada información y experiencia
- b) Poca complejidad del proyecto hidroeléctrico
- c) Razones políticas

3.3 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD O ANTEPROYECTO

Con respecto a la segunda etapa, el estudio de prefactibilidad o de anteproyecto, estará enfocado a llevar la investigación, incluida en la de evaluación del potencial, al manejo y análisis de diferentes opciones o alternativas, resultando la investigación sobre todo en aquellos aspectos que fueron tratados muy superficialmente en la etapa anterior. Para su elaboración se cuenta con información más completa que la del perfil, lo que permite conocer la posibilidad real de invertir en el proyecto hidroeléctrico, es decir, considerarlo viable.

Se pueden plantear diferentes esquemas de obra para el proyecto.

Los aspectos que se abordan en el estudio de prefactibilidad son:

- Antecedentes del proyecto hidroeléctrico
- Aspectos de mercado y comercialización
- Aspectos técnicos
- Aspectos financieros
- Evaluación del proyecto

Para iniciar la formulación del estudio de prefactibilidad, lógicamente se tendrá que partir de la información contenida en la etapa de evaluación del potencial, pero además se tendrá que recurrir a la información que hasta el momento no está disponible a la mano.

Antecedentes del proyecto hidroeléctrico.- En este punto se hace un resumen de todos los aspectos que dieron vida al proyecto hidroeléctrico, resaltando aquellas situaciones que pudieran facilitar o restringir su viabilidad.

Aspectos de mercado y comercialización.- Es necesario destacar el análisis de las principales variables que están en juego, siendo la intención precisar mejor los volúmenes probables de venta y sus correspondientes precios e ingresos derivados.

Aspectos técnicos.- En este rubro se debe profundizar el examen sobre la disponibilidad de insumos con mayor apoyo estadístico, la ubicación del proyecto ahora deberá definirse con base en opciones de lo cual el tamaño será redefinido, por ejemplo en el cálculo del funcionamiento de vaso.

Aspectos financieros.- En esta etapa es necesario cuantificar la corriente de Ingresos y la corriente de egresos, desde las inversiones que demanda el proyecto hidroeléctrico, hasta sus gastos de operación, incluyendo, en caso de recibir financiamiento por parte del Banco Mundial, el pago de intereses y la amortización probable del capital.

Evaluación del proyecto hidroeléctrico.- La evaluación del proyecto en esta etapa, es imprescindible, por un lado, desde el punto de vista financiero, manejando los indicadores respectivos.

3.4 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD O DE PROYECTO DEFINITIVO

El estudio de factibilidad es la tercera etapa del ciclo del proyecto hidroeléctrico y una de las más importantes, pues en este nivel es posible tomar una decisión de mayor trascendencia en el manejo de los recursos. Dicho estudio está enfocado al análisis de la alternativa más atractiva estudiada en la etapa de estudio de prefactibilidad, abordando en general los mismos aspectos, pero con mayor profundidad y dirigidos a la alternativa más convenientes.

Contiene básicamente toda la información del anteproyecto, pero aquí son tratados los puntos finos. Se deben de presentar las cotizaciones del equipo electromecánico, planos de construcción, etc., La información presentada en el proyecto definitivo no debe alterar la decisión tomada respecto a la inversión, siempre que los cálculos hechos en el anteproyecto sean confiables y hayan sido bien evaluados.

El nivel de aplicación y de información considerado en la tesis es el de prefactibilidad.

Se definen las características del proyecto en los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales.

ASPECTOS GENERALES DE INGENIERÍA ECONÓMICA**INTRODUCCIÓN:**

Para realizar los análisis económico-financiero de proyectos hidroeléctricos, se requiere tener conocimientos y bases sobre Ingeniería Económica, por lo que se hace a continuación mención de los conceptos más importantes y que son implementados posteriormente en el programa de computadora SICOSTOS en Excel 5

4.1 CONCEPTO DE INTERÉS

La factibilidad económica de un proyecto hidroeléctrico, depende en grado importante de consideraciones económicas. El concepto más importante que se maneja en los estudios económicos de un proyecto en general, es el del Interés. La idea fundamental detrás del concepto de interés es el hecho de que el dinero cambia de poder adquisitivo con el tiempo. Una cantidad determinada de dinero tiene más valor en la actualidad que en el futuro. Como interés podemos definir la siguiente diferencia:

$$I = \text{Interés} = \text{cantidad total de dinero acumulada} - \text{la inversión original}$$

Como tasa de Interés, se define la siguiente expresión:

$$\text{Tasa de interés} = \frac{\text{interés acumulado por unidad de tiempo}}{\text{inversión original}} \times 100 \dots (5)$$

Por lo general, las tasas de interés dependen de las condiciones económicas que prevalecen y del grado de riesgo asociado a cada préstamo específico. El período de tiempo que se emplea como unidad para los cálculos de interés es el de un año. Sin embargo, existen casos donde se trabaja con períodos mensuales, trimestrales o semestrales.

Si al realizar una inversión, los intereses que se acumulan por período no se retiran del fondo, entonces se habla de interés compuesto. Es decir, los intereses del capital a su vez producen interés. Si por otra parte el interés se retira y solamente se deja la inversión original, entonces se habla de interés simple.

Cabe señalar que dentro del ciclo de vida de los proyectos en general hay un elemento (indicador) que atrae poderosamente la atención del grupo de inversionistas (sobre todo privados) antes de tomar la decisión de invertir. Este elemento o indicador es la rentabilidad de su inversión y que en otros términos podemos identificar como la tasa de interés que obtienen al abstenerse de consumir ahora el capital acumulado en el pasado, invirtiéndolo en alguna actividad productiva, con la disponibilidad de esperar, para obtener en un futuro su rendimiento.

De este planteamiento surge el concepto de interés, mediante el cual se manifiesta un reconocimiento del valor del dinero en el tiempo.

4.2 CANTIDADES EQUIVALENTES

Otro concepto fundamental en el estudio económico de proyectos hidroeléctricos es el siguiente:

<< Dos cantidades de dinero diferentes pueden ser equivalentes en valor económico, si su disponibilidad se presenta en tiempos diferentes >>.

Debido a que el dinero puede ganar un cierto interés cuando se invierte por un determinado período, usualmente un año, es muy importante reconocer que 1 peso que se reciba en el futuro tendrá un valor menor que 1 peso que se tenga actualmente.

4.3 TIPOS DE INTERÉS

El interés puede ser simple o compuesto. La diferencia fundamental entre ambos, es de que cuando se usa interés compuesto, los intereses generados en un período, esto es, se está devengando un interés sobre el interés generado anteriormente. Cuando se usa el interés simple, los intereses están únicamente en función del principal, el número de períodos y la tasa de interés.

En otros términos, el interés simple, es el interés que se carga al final del período y que no gana interés en el período o períodos subsiguientes. El interés compuesto es el interés devengado por el principal al final de un período y que devenga interés en el período o períodos subsiguientes.

Ecuación de interés simple:

$$I = P i n \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

I = Interés. Precio que se paga o se gana por el uso del dinero

P = Principal que se da o se recibe en préstamo

n = Tiempo. Período durante el cual se paga el interés, medido en meses, trimestres, semestres o años.

i = Tasa de interés por período.

Existen por otra parte seis fórmulas básicas de interés compuesto caso discreto, dados el Interés i y el número de periodos n . Estas fórmulas permiten evaluar algunas de las cantidades, a partir de alguna de otra de ellas, es decir:

DADO	SE OBTIENE
P	F
F	P
P	A
A	P
A	F
F	A

En Ingeniería Económica, un sólo pago a futuro se designa como valor futuro F .

Si se trata de varios pagos iguales uniformemente distribuidos, se habla de un flujo uniforme A .

NOMENCLATURA

i [%] = Tasa de interés por periodo

n = Número de periodos que intervienen en el proyecto

P = Valor presente

F = Valor futuro

A = Pagos o Ingresos anuales

Al realizar cálculos económicos, se conocen tres de las cantidades anteriores, siendo necesario calcular una cuarta.

En la tabla 2, aparecen las fórmulas básicas para el cálculo de **Interés compuesto caso discreto**.

FACTOR	NOMENCLATURA	RELACIÓN	n → ∞
1. Factor de valor futuro pago único	(F/P, i%, n)	$(1+i)^n$	∞
2. Factor de valor presente pago único	(P/F, i%, n)	$\frac{1}{(1+i)^n}$	0
3. Factor de fondo acumulativo	(A/F, i%, n)	$\frac{i}{(1+i)^n - 1}$	0
4. Factor de valor futuro-serie constante	(F/A, i%, n)	$\frac{(1+i)^n - 1}{i}$	∞
5. Factor de recuperación de capital	(A/P, i%, n)	$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$	1
6. Factor de valor presente-serie constante	(P/A, i%, n)	$\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$	$\frac{1}{i}$

Tabla 2

4.3.1 Tasas de Interés nominal e interés efectivo

Muchas transacciones financieras requieren que el Interés se capitalice con más frecuencia que una vez al año. En situaciones de este tipo se tienen dos expresiones para la tasa de Interés. La tasa de Interés nominal r , se expresa sobre una base anual; ésta es la tasa que por lo general se cita al describir transacciones que involucran un Interés. Mientras que la tasa de Interés efectiva, es la tasa que corresponde al periodo real de Interés. La tasa de Interés efectiva se obtiene dividiendo la tasa nominal entre m , el número de periodos de Interés por año.

Ante esta posibilidad es necesario mostrar que existe una clara diferencia entre tener una tasa del 2.5 % mensual y un 30 % anual.

El Interés efectivo anual, se obtiene mediante la siguiente expresión matemática:

$$IEF = \left(1 + \frac{r}{m} \right)^m - 1 \dots\dots\dots(7)$$

Donde:

IEF = Interés efectivo anual

r = Interés nominal anual

m = Número de periodos en los cuales se divide el año.

Si la capitalización fuera más frecuente, esto es que en el caso limite de capitalizar un número infinito de periodos en el año, esto es continuamente ($m \rightarrow \infty$), entonces:

$$IEF = e^r - 1 \dots\dots\dots(8)$$

Esto es, el interés nominal anual *r*, se capitaliza continuamente, entonces el interés efectivo anual equivale a : $e^r - 1$.

Cabe aclarar que en los problemas de análisis financiero, por lo general se selecciona un determinado período (semestre, año, etc.,) luego entonces el interés se debe expresar en forma semestral o anual.

4.3.2 Interés real

Hay otra connotación de interés, además del nominal y el efectivo, que es el interés real. Esto normalmente se da en la práctica sobre todo en aquellas compras que se hacen a crédito, o bien, en los préstamos que se obtienen en los bancos.

El concepto de Interés real es muy similar al del interés efectivo, de hecho, son equivalentes.

Sin embargo, cuando se habla de interés efectivo, normalmente se refiere a un año, mientras que en el interés real, el tamaño del período es menor de un año

$$IR = (e^{(1/n) \ln P/CN}) - 1 \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

IR = Interés real que se obtiene del préstamo

n = Plazo de tiempo que se otorga el préstamo

P = Préstamo que se otorga

CN= Cantidad neta que se recibe

4.3.3 Interés compuesto continuo

Es de importancia conocer la existencia del llamado interés compuesto continuo. Esta modalidad es usual en aquellos casos cuando se trata de obtener la capitalización continua de una inversión, a una tasa de interés compuesto. Generalmente las transacciones monetarias dentro de una empresa ocurren diariamente, el dinero se pone a trabajar de inmediato después de que se recibe.

La obtención de estas fórmulas, tanto para flujos de efectivo únicos, o bien, para una serie uniforme de flujos de efectivo, se fundamenta en la tasa de Interés efectivo; sólo que en este caso el período puede ser menor a un mes, es decir, semanas, días, etc. En el caso de flujos de efectivo únicos tenemos, que para determinar la equivalencia de un valor presente P con un valor futuro F , cuando el interés normal anual se capitaliza continuamente, los intereses generados al instante, deben ser agregados al principal, al final de cada infinitesimal período de interés, así se tiene que si la capitalización es:

$$F = \lim_{m \rightarrow \infty} P \left(1 + \frac{r}{m} \right)^{mn} \dots\dots\dots(10)$$

Donde:

- m = Períodos Infinitesimales
- r = Tasa nominal anual
- n = Número de período total para la capitalización
- P = Valor presente
- F = Valor futuro

Haciendo un arreglo a la fórmula, se tiene:

$$F = \lim_{m \rightarrow \infty} P \left(\left(1 + \frac{r}{m} \right)^{\frac{m}{r}} \right)^{rn} \dots\dots\dots(11)$$

Pero:

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{r}{m} \right)^{\frac{m}{r}} = e \dots\dots\dots(12)$$

De donde:

$$F = Pe^{rn} \dots \dots \dots (13)$$

En la tabla 3, aparecen las fórmulas básicas para el cálculo de **Interés compuesto caso continuo**.

FACTOR	NOMENCLATURA	RELACIÓN
1. Factor de valor futuro pago único	$(F/P, r\%, n)$	e^{rn}
2. Factor de valor presente pago único	$(P/F, r\%, n)$	$\frac{1}{e^{rn}}$
3. Factor de fondo acumulativo	$(AF, r\%, n)$	$\frac{(e^{rn} - 1)}{(e^{rn} - 1)}$
4. Factor de valor futuro-serie constante	$(F/A, r\%, n)$	$\frac{(e^{rn} - 1)}{(e^{rn} - 1)}$
5. Factor de recuperación de capital	$(AVP, r\%, n)$	$\frac{(e^{rn} - 1)}{(1 - e^{-rn})}$
6. Factor de valor presente- serie constante	$(P/A, r\%, n)$	$\frac{(1 - e^{-rn})}{(e^{rn} - 1)}$

Tabla 3

4.4 INDICES DE PRECIOS

Para simplificar el proceso de actualización de costos, instituciones especializadas publican los llamados **números índice**, éstos permiten obtener una aproximación rápida y funcional de las listas de precios requeridas y referidas a cualquier periodo que se desee.

Un índice es la representación del precio de un bien o grupo de bienes más o menos homogéneos, con las siguientes características:

- a) Se establece un valor igual a 100 para el año denominado base
- b) Se publican periódicamente los valores del índice
- c) El valor del índice para un periodo dado es el resultado de dividir el precio del bien o bienes en ese periodo entre el precio en el periodo base. El resultado de la división se multiplica por 100.

En México la elaboración de índices oficiales está encomendada a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, aún cuando otras instituciones como el Banco de México son importantes generadoras de información.

En el campo de la planificación de los proyectos hidroeléctricos, es necesario contar no sólo con los valores históricos de los índices, sino con los pronósticos de los mismos

Cuando todos los costos asociados a un proyecto hidroeléctrico son evaluados con listas de precios de un período específico se dice que están denominados en moneda constante del período de referencia. En caso contrario se dice que los costos se encuentran en moneda corriente.

Para actualizar un presupuesto de un proyecto hidroeléctrico en cuanto a su obra civil de un año base a otra fecha, se tomará la relación de índices del deflactor PIB Construcción multiplicado por su presupuesto original, mientras que para la obra electromecánica se hará con la relación de índices del deflactor PIB Industrias Metálicas, a partir de los índices mostrados en la tabla 4.

Índice	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
									1/		2/	
Salario Mínimo	1035.90	1767.70	3847.33	7217.60	8137.30	9340.60	10966.63	12084.02	13.26	14.19	16.55	
Diario												
Índice Nacional de Precios Productor	1001.00	1796.70	4407.60	8783.70	9904.80	12157.50	14477.70	16220.00	17283.20	18384.40	25805.90	
Deflactor del PIB 3/	962.90	1680.20	4001.10	7995.00	10152.70	13021.00	15837.60	18147.50	19958.40	21769.00	28520.90	
Deflactor PIB 1042.70	1902.20	4904.70	10907.40	11963.90	13046.10	14230.40	14076.00	13452.60	14337.80	18916.80		
Industrias metálicas 3/												
Def. PIB construcción	775.20	1412.50	3203.30	6396.20	7321.50	10166.70	13205.90	16397.50	19549.20	21491.80	28812.30	
Def. PNB USA 4/	110.90	113.90	117.40	121.30	126.70	131.90	136.60	140.10	144.50	148.90	153.70	

Tabla 4

1/ A partir del 10 de enero de 1993 entran en vigor los nuevos pesos

2/ Valores estimados con escenario económico MO-03/95

3/ Base 1980=100

4/ Base 1982=100

4.5 INFLACIÓN

Es un fenómeno económico que puede definirse como la medida de la disminución en el poder de compra. Entendiéndose como un desequilibrio caracterizado por una subida general de precios y provocado por una excesiva emisión de billetes de banco, un déficit presupuestario o una falta de adecuación entre la oferta y la demanda.

La economía de los países con frecuencia experimenta inflación en la que el costo de los bienes y servicios aumenta de un año a otro. Estos aumentos inflacionarios casi siempre se expresan en porcentajes que se capitalizan anualmente. Así, si el costo presente de una turbina es P, su costo futuro F será:

$$F = P (1 + \lambda)^n \dots\dots\dots (14)$$

Donde:

λ = Tasa de inflación anual

n = Número de años

En una economía inflacionaria, el valor o poder de compra del dinero decrece conforme el costo aumenta.

En la tabla 5 se muestra la evolución que ha tenido el Índice Nacional de Precios al Consumidor del período 1990-1995 y su proyecciones al año 2005

Año	INPC ¹
1990	60.118
1991	73.745
1992	85.181
1993	93.488
1994	100.00
1995	134.999
1996	182.055
1997	224.273
1998	267.551
1999	317.165
2000	369.357
2001	426.899
2002	489.742
2003	555.492
2004	622.937
2005	691.029

Tabla 5

¹ Datos obtenidos del escenario económico (01/1996) de la Gerencia de Estudios Económicos de CFE

Si el Interés se esta capitalizando al mismo tiempo que ocurre la inflación, entonces el valor futuro puede determinarse combinando:

$$F = [P(1+i)^n] / [(1 + \lambda)^n] \dots\dots\dots (15)$$

Definiendo la tasa de Interés mixta θ :

$$\theta = (-\lambda)/(1+\lambda) \dots \dots \dots (16)$$

Se tiene que:

$$F = P(1+\theta)^n \dots \dots \dots (17)$$

Donde θ puede ser negativa, como en nuestro país donde la tasa de inflación λ es mayor que la tasa de interés i

Si se desea conocer el costo de una determinada central, se puede responder, al menos, de dos formas; la primera es sumar el valor de todas las facturas y costos pertinentes y proponer el resultado como respuesta.

La segunda consiste en reconocer que debido al fenómeno inflacionario, la suma de los costos históricos es menor que lo que tendría que pagarse en este momento, si se quisieran adquirir todos los bienes y servicios que integran la central en cuestión, por lo que es necesario averiguar el costo total de éstos y se propone la suma de las facturas actualizadas como respuesta.

Incrementos significativos en el nivel general de precios tanto de los bienes como de los servicios, ha originado la necesidad de modificar los procedimientos tradicionales de la evaluación de proyectos.

Con el objeto de lograr una mejor asignación del capital, un ambiente crónico inflacionario disminuye notablemente el poder de compra causando grandes divergencias entre los flujos de efectivo futuros reales y nominales.

Existen dos clases de inflación que pueden ser consideradas: general y diferencial. En el primer caso todos los precios y costos se incrementan en la misma proporción. Para el segundo caso, la tasa de inflación diferencial dependerá del sector económico involucrado.

4.6 FLUJO DE EFECTIVO EN UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

Un flujo de efectivo es la diferencia entre el total de efectivo que se recibe (Ingresos o beneficios) y el total de erogaciones (egresos o inversiones) para un periodo dado, casi siempre un año. Los flujos de efectivo son muy importantes dentro de la Ingeniería Económica pues constituyen la base para evaluar los proyectos hidroeléctricos.

El medio más fácil de imaginarse un flujo de efectivo es el diagrama de flujo de efectivo, en el que cada flujo individual se representa como una flecha a lo largo de la escala del tiempo horizontal, los flujos positivos (Ingresos netos) se representan por flechas hacia arriba y los flujos negativos (egresos netos) por flechas que apuntan hacia abajo; la longitud de una flecha es proporcional a la magnitud del flujo correspondiente. Se supondrá que cada flujo ocurre al final del periodo respectivo.

En términos de erogaciones de efectivo, una central de generación hidroeléctrica, inicia su vida con el estudio de factibilidad técnica y económica y termina cuando deja de ser conveniente su operación y por lo tanto se le retira.

Durante este periodo se generan gastos e ingresos asociados a las diferentes etapas, las cuáles con frecuencia son denominadas: estudios, construcción y operación.

Las etapas de estudios y construcción forman lo que se conoce como periodo de construcción. A la duración de la etapa de operación, se le conoce como vida útil de la central.

Los costos que se originan durante el periodo de construcción se denominan costos de inversión. Durante la vida útil de la central hidroeléctrica se tienen costos de producción, los que se subdividen en: costos de operación y mantenimiento.

Una **inversión** es el gasto en que se incurre para la adquisición o instalación de un bien duradero, mientras que un **costo de operación** está asociado con los bienes y servicios que se consumen directamente durante el proceso de producción de energía hidroeléctrica.

No existe una frontera precisa entre la terminación del período de construcción y el inicio del período de operación de la central hidroeléctrica.

Por ello, para el análisis económico se adopta la hipótesis, de considerar que el inicio del período de operación coincide con el término del período de construcción. Este momento corresponde a la entrada en servicio de la primera unidad turbogeneradora de la central hidroeléctrica, esto es, una vez que se han realizado satisfactoriamente las pruebas de operación y ha concluido el período de puesta en servicio.

En realidad se incurren en erogaciones en forma casi continua; sin embargo, para efectos del análisis se supondrá que éstas se presentan en forma discreta, una vez al año y precisamente al finalizar el mismo.

4.7 TASA DE RECUPERACIÓN MÍNIMA ATRACTIVA (TREMA)

En ocasiones, no se conoce la tasa de interés a la que debe evaluarse un proyecto, se emplea una tasa por alcanzar, tasa de corte o tasa de valuación. Esta tasa también se conoce como tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA).

Para la obtención de la TREMA, se puede hacer de la siguientes maneras:

- a) Se puede igualar la TREMA a la tasa de interés disponible en el banco u otra institución de financiamiento. En este caso, la TREMA se convierte en el costo de oportunidad del dinero, en el sentido de que mide la oportunidad no aprovechada al no colocar el dinero en el banco.
- b) Para la mayoría de las empresas, la tasa de los bancos es más baja que la tasa usual de rendimiento sobre las inversiones. Así, algunas veces la TREMA se iguala al rendimiento promedio en curso del total de las inversiones de la empresa.
- c) La TREMA puede establecerse a propósito más alta que la tasa del banco o que el rendimiento sobre las inversiones actuales de la empresa. Puede establecerse de acuerdo con las metas de utilidades a largo plazo de la empresa.

4.8 TIPO DE CAMBIO

El Sector Eléctrico realiza importaciones que, de acuerdo con disposiciones oficiales, se cubren con divisas de paridad controlada.

Cuando se tiene por objeto comparar las estadísticas Internas con la de otros países no es posible convertir directamente los costos de una moneda a otra simplemente aplicando las paridades oficiales; esto se debe a las distorsiones que se presentan entre los tipos de cambio y el poder adquisitivo de las diversas divisas en cuestión.

4.8.1 Paridad técnica

Se denomina paridad técnica al tipo de cambio entre dos divisas que las hace equiparables en términos de poder adquisitivo. La paridad técnica indica, por ejemplo, cuantos \$ compran en México los mismos bienes y servicios que un dólar en E.U.

Para establecer esta paridad se busca un año en el que el tipo de cambio haya estado en un nivel de equilibrio, a partir del cual se calcula la serie de paridad técnica de acuerdo con los diferenciales de inflación entre los países, en este caso México y E.U.

En el caso del peso mexicano (\$) y el dólar, los años de 1960, 1970 y 1978 se pueden considerar adecuados para iniciar el cálculo de la serie.

Tomando como base el año de 1960 se obtienen los resultados de la tabla 6. En ésta se observa, por ejemplo que en el período 1974-1975 el peso se encontraba sobrevaluado; al no aplicarse las medidas correctivas se produjo la devaluación de 1976.

4.8.2 Tipo de cambio para bienes cotizados en divisas

Para convertir a divisas el costo de un bien cotizado en pesos y viceversa, el componente importado debe valuarse con el tipo de cambio para solventar las obligaciones en moneda extranjera en la República Mexicana, mientras que el componente nacional debe valuarse con el tipo de cambio técnico; esto puede expresarse como:

$$I/P = (f \cdot I) / \text{PSO} + [(1-f) \cdot I] / \text{PT} \dots\dots\dots (18)$$

Donde:

I = Inversión total, en pesos

P = Tipo de cambio

f = Fracción importada de la Inversión

PSO = Tipo de cambio para solventar obligaciones en moneda extranjera en la República Mexicana

PT = Tipo de cambio técnico

En la tabla 6, se presentan los tipos de cambio correspondientes a las diferentes tecnologías, mismas que deberán aplicarse exclusivamente a los costos de inversión.

TIPO DE CAMBIO DEL PESO RESPECTO AL DÓLAR DE ACUERDO CON LOS DIFERENCIALES DE INFLACIÓN		
Año	Tipo de cambio	
	Técnico	PSO ^{1/}
1975	15.91	12.49
1976	17.42	15.44
1977	21.10	22.58
1978	23.03	22.73
1979	24.46	22.74
1980	27.19	22.90
1981	31.52	24.32
1982	47.12	46.01
1983	92.23	120.19
1984	146.43	167.80
1985	223.06	257.07
1986	407.69	611.90
1987	909.87	1377.86
1988	1876.65	2273.04
1989	2149.21	2464.27
1990	2581.61	2814.82
1991	3036.80	3018.75
1992	3404.90	3095.20
^{2/} 1993	3.63	3.12
1994	3.78	3.39
^{3/} 1995	4.82	6.04

Tabla 6

NOTAS:

- ^{1/} A partir del 11 de nov. de 1991 desaparece el tipo de cambio controlado, siendo sustituido por el "Tipo de cambio para solventar obligaciones denominadas en Moneda Extranjera, pagaderas en la República Mexicana.
- ^{2/} A partir del 1° de enero de 1993, entran en vigor los nuevos pesos
- ^{3/} Valores estimados con escenarios económicos

Para calcular en \$ los costos de los componentes externos tanto de inversión como de operación y mantenimiento, se aplica el "tipo de cambio para solventar obligaciones denominadas en moneda extranjera en la República Mexicana", el cual es de 6.0364 \$/dólar, valor promedio para este tipo de cambio para 1995

MÉTODOS DE EVALUACION DE PROYECTOS

5.1 OBJETIVOS GENERALES DEL ANÁLISIS ECONÓMICO

Habiéndose terminado el estudio técnico de un proyecto hidroeléctrico, la parte del análisis económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para su realización, cuál será el costo total de la operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica, así como otra serie de indicadores que servirán de base para su viabilidad.

5.2 VALOR DEL DINERO EN EL TIEMPO

El concepto del valor del dinero a través del tiempo, revela que los flujos de efectivo pueden ser trasladados a cantidades equivalentes a cualquier punto del tiempo.

Existen los siguientes procedimientos que comparan estas cantidades equivalentes y que nos permiten evaluar la conveniencia de un proyecto hidroeléctrico, a través de la comparación entre los beneficios y los costos implícitos en él considerado.

- a) Método del valor actualizado neto **VAN**
- b) Método de la tasa interna de retorno o rendimiento **TIR**
- c) Método de la relación beneficio-costos **B/C**
- d) Método del valor anual equivalente **VAE**
- e) Método del año de recuperación del capital **ARC**

La selección de cuál método usar dependerá del problema que se vaya a analizar, de las preferencias del analista y de cuál arroja los resultados en una forma que sea fácilmente comprendida para las personas involucradas. En esta tesis se aplicarán todos estos métodos, mediante un sistema integrado de costos, llamado SICOSTOS aplicando EXCEL, versión 5.0 al proyecto hidroeléctrico Parola, Gro.

5.3 MÉTODO DEL VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN)

Este método es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera el proyecto hidroeléctrico y comparar esta equivalencia con las inversiones hechas. Cuando dicha equivalencia sea positiva, es decir cuando $VAN > 0$, entonces el proyecto se acepta.

Otro nombre que se da al valor actualizado neto es el de flujo de efectivo descontado.

La fórmula utilizada para evaluar el valor actualizado neto de los flujos generados para un proyecto hidroeléctrico, en general es:

$$VAN = \sum_{k=1}^n (B_k - E_k) (1+i)^{-k} \dots \dots \dots (19)$$

Donde:

VAN = Valor actualizado neto

i = Tasa de Interés anual considerada, en porcentaje

n = Número de años de la vida útil del proyecto hidroeléctrico, se toma igual a 50 años

B_k = Beneficio en el período k

E_k = Inversión en el período k

Esta fórmula considera el valor del dinero a través del tiempo, al seleccionar un valor adecuado de i . Para los análisis, se considera una tasa de interés anual del 10 % y tanto los beneficios como las inversiones están en base anual.

El método del valor actualizado neto, tiene la ventaja de ser siempre único, independiente del comportamiento que sigan los flujos de efectivo que genera el proyecto hidroeléctrico. La característica de este método, lo hace ser preferido para utilizarse en situaciones en que el comportamiento irregular de los flujos de efectivo, origina el fenómeno de tasas múltiples de rendimiento.

Obtenido el resultado para este indicador, el criterio de decisión por aplicar determina que, si esta cifra es positiva, el proyecto hidroeléctrico cumple las exigencias mínimas en cuanto a la rentabilidad económica requerida.

Opción	Criterio de decisión del proyecto hidroeléctrico
VAN > 0	Se acepta
VAN = 0	Es indiferente
VAN < 0	Se rechaza

5.4 MÉTODO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La tasa interna de retorno, también llamada de rendimiento es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Está definida como la tasa de interés que iguala a cero el valor actualizado neto.

Si se grafica el valor actualizado neto como una función de la tasa de interés i , la tasa interna de retorno TIR será el punto en el que la curva interseca al eje i de las tasas de interés.

Algebráicamente se expresa como:

$$\sum_{k=1}^n (B_k - E_k) (1 + i^*)^{-k} = 0 \dots \dots \dots (20)$$

Donde:

- i^* = Tasa de interés, llamada tasa interna de retorno TIR
- n = Número de años de la vida útil del proyecto hidroeléctrico
- B_k = Beneficio en el período k
- E_k = Egreso o inversión en el período k

Anteriormente, se encontraba la tasa interna de retorno TIR, a base de prueba y error. Excel permite su cálculo de una manera directa y rápida, conocido el flujo de efectivo, la tasa de interés TREMA y una tasa inicial

Desde el punto de vista económico, la tasa interna de retorno representa el porcentaje o la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión. El saldo no recuperado de una inversión en cualquier punto del tiempo de la vida del proyecto, puede ser visto como la porción de la inversión original que aún permanece sin recuperar en ese tiempo.

Es decir, el saldo no recuperado de una propuesta de inversión en el tiempo t , es el valor futuro de la propuesta en ese tiempo.

El resultado que se obtenga para este indicador, se compara con el de la tasa de recuperación mínima atractiva TREMA. En términos generales, resulta deseable que el valor de la TIR sea mayor que el de la TREMA.

Opción	Criterio de decisión del proyecto hidroeléctrico
$TIR > TREMA$	Se acepta
$TIR = TREMA$	Es indiferente
$TIR < TREMA$	Se rechaza

5.5 RELACIÓN BENEFICIO-COSTO (B/C)

Este indicador resulta de dividir el valor actualizado neto de los beneficios entre el valor actualizado neto de las inversiones. La actualización se realiza en base a una tasa dada, generalmente la TREMA.

El cociente se considera en valor absoluto.

Se expresa como:

$$B/C = \frac{\sum_{k=1}^n B_k (1+i)^{-k}}{\sum_{k=1}^n E_k (1+i)^{-k}} \dots \dots \dots (21)$$

Donde:

B/C = Valor actualizado neto

i = Tasa de interés anual considerada, en por ciento

n = Número de años de la vida útil del proyecto hidroeléctrico

B_k = Beneficio en el periodo k

E_k = Egreso o inversión en el periodo k

El criterio por aplicar a la cifra resultante para este indicador, es sumamente directo y fácil de interpretar, determinando que el proyecto hidroeléctrico se acepta si la relación B/C sea mayor que uno.

Opción	Criterio de decisión del proyecto hidroeléctrico
$B/C > 1$	Se acepta
$B/C = 1$	Es indiferente
$B/C < 1$	Se rechaza

5.6 MÉTODO DEL VALOR ANUAL EQUIVALENTE (VAE)

Con este método todos los ingresos y egresos que ocurren durante un periodo son convertidos a una anualidad equivalente (uniforme).

Cuando la anualidad es positiva, es decir $VAE > 0$, entonces se recomienda que el proyecto sea aceptado. Este método es de gran utilidad porque la mayoría de los ingresos y egresos que origina un proyecto hidroeléctrico son medidos en bases anuales. Esta característica hace al método más fácil de aplicar y de entender.

A continuación, se muestra la fórmula general que se utiliza para determinar la anualidad equivalente:

$$VAE = \left[\sum_{k=1}^n (B_k - E_k) (1+i)^{-k} \right] \left[i (1+i)^n \right] / \left[(1+i)^n - 1 \right] \dots \dots \dots (22)$$

Donde:

VAE = Valor actualizado neto

i = Tasa de interés anual considerada, en por ciento

n = Número de años de la vida útil del proyecto hidroeléctrico

B_k = Beneficio en el periodo k

E_k = Egreso o inversión en el periodo k

Opción	Criterio de decisión del proyecto hidroeléctrico
VAE > 0	Se acepta
VAE = 0	Es indiferente
VAE < 0	Se rechaza

5.7 MÉTODO DEL AÑO DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL (ARC)

Representa el tiempo necesario para que los beneficios netos actualizados del proyecto amorticen el capital invertido; o sea, es el tiempo en que los beneficios generados igualan al monto de las inversiones actualizadas.

El año de recuperación de capital, es el tiempo requerido para recuperar el flujo de inversiones erogadas, tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

Matemáticamente, se expresa como:

$$\sum_{k=1}^n B_k (1+i)^{-k} = \sum_{k=1}^n E_k (1+i)^{-k} \dots \dots \dots (23)$$

Donde:

- i = Tasa de Interés anual considerada, en porciento
- n = Número de años de la vida útil del proyecto hidroeléctrico
- B_k = Beneficio en el período k
- E_k = Egreso o inversión en el período k

Los proyectos con menores periodos de recuperación de la inversión con flujos de efectivo descontados, no solo son atractivos desde el punto de vista económico, sino también por cuanto a que una vez recuperada las inversiones, es posible introducir innovaciones tecnológicas.

En la evaluación de los proyectos hidroeléctricos, cualquier tipo de que se trate, tiene por objeto conocer su rentabilidad económica y financiera, de tal manera que se asegure su viabilidad.

5.8 EFECTO DE LA INFLACIÓN SOBRE LOS INDICADORES ECONÓMICOS

5.8.1 Incidencia sobre el valor actualizado neto

Para el caso de que exista una tasa de inflación general λ , los flujos de efectivo futuros no tendrán el mismo poder adquisitivo del año cero. Por consiguiente, antes de determinar el valor actualizado neto, los flujos deberán ser deflactados.

La ecuación del valor actualizado neto considerando inflación, puede ser escrita de la forma siguiente:

$$VAN = \sum_{k=1}^n \frac{(B_k - E_k)(1+i)^k}{(1+\lambda)^k} \dots \dots \dots (24)$$

Esta última ecuación corrige el poder adquisitivo de los flujos de efectivo futuros.

5.8.2 Incidencia sobre la tasa interna de retorno

Si hay una tasa de inflación anual λ , entonces, una tasa interna de retorno efectiva i_e , puede ser obtenida de la siguiente ecuación:

$$i_e = (1+i)/(1+\lambda) \dots \dots \dots (25)$$

En esta ecuación, i puede ser vista como la tasa interna de retorno nominal (sin considerar inflación) y i_e se considera como la verdadera o real tasa interna de retorno

Es práctica común en vez de usar la ecuación anterior, tratar de obtener el valor real de la tasa interna de retorno de la forma siguiente:

$$i_e = i - \lambda \dots \dots \dots (26)$$

La ecuación anterior es solo una aproximación, que debe usarse para cuando las tasas de interés y de inflación son bajas.

La inflación no solo castiga los méritos económicos y financieros de un proyecto hidroeléctrico, sino que también y en mayor grado, los costos de las diferentes fuentes de financiamiento son también afectados.

Lo anterior significa que bajo ciertas condiciones, algunos proyectos que deben ser rechazados, son aceptados si en las evaluaciones económicas se toma en cuenta la inflación.

También, es conveniente señalar que algunas fuentes de financiamiento son más afectadas por la inflación. Es obvio que un préstamo de largo plazo con tasa fija y en moneda nacional, captado en ambientes crónicos inflacionarios, cuesta mucho menos que un préstamo captado en las mismas circunstancias, pero con tasas flotantes y en moneda extranjera; puesto que un financiamiento en moneda extranjera presenta el peligro de cambios de paridad.

La magnitud de la inflación, en un período de tiempo dado, se expresa como el porcentaje que representa la variación del precio con respecto a su valor al inicio del período. Generalmente, el porcentaje o tasa de inflación se refiere a períodos anuales.

Para cuantificar la tasa de inflación se parte de los "índices de precios" que miden la variación en el nivel de precios de un conjunto de bienes y servicios considerados representativos del sistema económico del cual se quiere conocer el nivel de inflación.

5.8.3 Incidencia sobre los flujos de efectivo

La inflación produce cambios en el poder adquisitivo de la moneda, de manera que los flujos de efectivo expresados en términos de unidades monetarias no reflejan el valor real de la moneda. Estos flujos se designan como flujos de efectivo monetarios o flujos de efectivo a precios corrientes.

Cuando los flujos de efectivo se ajustan de modo que se tome en cuenta el efecto de la inflación y se expresen entonces en términos del poder adquisitivo de la moneda se dice que los flujos son "reales" o que son flujos de efectivo a precios constantes

La parte del análisis económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización de un proyecto hidroeléctrico, cuál será el costo total de la operación de la central y el cálculo de indicadores económicos que servirán de base para conocer su viabilidad

MÉTODO PARA DETERMINAR EL COSTO NIVELADO DEL kWh PRODUCIDO EN UN PROYECTO HIDROELÉCTRICO

6.1 ANTECEDENTES

A través de la Gerencia de Proyectos Hidroeléctricos, Comisión Federal de Electricidad evalúa técnica y económicamente los proyectos hidroeléctricos a nivel de evaluación del potencial, prefactibilidad y factibilidad.

Su finalidad es comparar diferentes alternativas y proponer las más convenientes para considerarlas en el Sistema Integrado de Planificación del Sector Eléctrico (SIPSE). El objetivo básico de todo estudio económico de un proyecto hidroeléctrico es evaluarlo, es decir, analizarlo y compararlo con otros proyectos de acuerdo con una determinada escala de valores a fin de establecer un orden de jerarquización.

El costo nivelado del kWh producido en una central hidroeléctrica, cualquiera que sea su tipo, es un índice económico que no toma en cuenta la interconexión de la central al sistema eléctrico, razón por la que no incluye el costo de la línea de transmisión.

El costo nivelado es un parámetro que sintetiza la información económica disponible acerca de un proyecto hidroeléctrico.

En general, la evaluación económica puede ser realizada indiferentemente a "precios constantes" o a "precios corrientes". El único requisito a observar en la formulación del proyecto mismo, estriba en garantizar que haya consistencia entre los precios utilizados y la tasa de interés de oportunidad aplicada como factor de descuento.

Si se utilizan "precios corrientes", se están teniendo en cuenta las fluctuaciones debidas al alza en el nivel general de precios; en cambio, utilizando "precios constantes", no se consideran los impactos de los incrementos generales en los costos y beneficios del proyecto, esto es, se elimina el impacto inflacionario.

La evaluación económica de los proyectos hidroeléctricos, para el caso de la tesis, se realizan a precios constantes.

6.2 PROCEDIMIENTO

6.2.1 Información básica

La información básica necesaria para determinar el costo nivelado del kWh en un proyecto hidroeléctrico es la siguiente:

- Inversión total (sin línea de transmisión)
- Año de inicio de construcción
- Año de terminación de construcción
- Año de inicio de operación de las unidades turbogeneradoras
- Flujo de inversiones anuales durante la construcción
- Costos fijos y variables por concepto de operación y mantenimiento
- Vida útil del proyecto
- Tasa de descuento anual

Características energéticas del proyecto:

- Potencia instalada total (MW)
- Generación media anual (GWh)
- Factor de planta
- Número de unidades y potencia por unidad

6.2.2 Definición de conceptos económicos

Inversión.- Representa el costo inicial de la central. Se basa en los costos de construcción y los de fabricación, transporte y montaje de los equipos electromecánicos, e incluye imprevistos, costos de Ingeniería, diseño, supervisión y administración de la obra, durante el período de construcción.

Costos de operación y mantenimiento. Representan la cantidad de dinero que se requiere al año para pagar los cargos fijos y variables de la operación y mantenimiento de la central eléctrica.

El costo de operación y mantenimiento del kWh neto generado considera dos componentes, uno fijo y otro variable. **Son costos fijos** aquéllos que se presentan independientemente de la operación de la planta y por lo tanto no están directamente relacionados con la energía generada. Son periódicos, si se incurren en ellos por el simple transcurrir del tiempo. Se realizan para mantener una capacidad instalada de producción de energía eléctrica.

En este renglón se incluyen primordialmente costos relativos al pago de la mano de obra:

- Salarios
- Prestaciones
- Seguro Social

Son **costos variables** aquéllos que guardan una relación directa con la generación de energía directa. En este renglón se consideran:

- Materiales
- Servicios de terceros
- Gastos generales

El costo fijo se expresa en términos del kW instalado (\$/kW-año)

El costo variable se expresa en términos de generación (\$/kWh)

La estimación del costo de operación y mantenimiento de las centrales hidroeléctricas, se basa en datos seleccionados de diferentes centrales de CFE. Los resultados obtenidos muestran que el costo fijo del área de operación es independiente de la capacidad de la unidad, su monto se estima en 930,768 pesos por unidad por año. Por lo que respecta a los costos fijos de mantenimiento, éstos se determinaron usando técnicas de análisis de regresión a partir de una muestra de datos.

La función definida para el costo fijo de mantenimiento en pesos por unidad por año, es:

$$C_{fm} = 176,730 K^{0.5877} \dots\dots\dots (27)$$

Donde:

C_{fm} = Costo fijo de mantenimiento en pesos por unidad por año

K = Capacidad de la unidad en MW

Por otra parte, el costo variable, en pesos por MWh neto generado, está dado por:

$$C_v = 0.4816 K^{-0.3552} \dots\dots\dots (28)$$

Donde:

C_v = Costo variable en pesos por MWh neto generado

K = Capacidad de la unidad en MW

Si se aumenta progresivamente el tamaño o capacidad instalada de la central hidroeléctrica, desde el tamaño más pequeño viable hasta otras cada vez más grandes, los incrementos dan lugar a costos unitarios de generación menores.

Costos totales.- Es la suma de los costos fijos y variables.

Costo fijo unitario.- Es la relación de los costos fijos de producción eléctrica entre el número de kWh generados.

Costo variable unitario.- Es la relación de los costos variables de producción eléctrica entre el número de kWh generados.

Costo total unitario.- Es la suma de los costos fijos y variables unitarios.

6.2.3 Valor nivelado o anualidad equivalente

La técnica de nivelación se emplea para convertir una serie de cantidades no uniformes, que ocurren en un período de tiempo, en una cantidad promedio uniforme equivalente, tomando en cuenta los efectos del interés del capital. Esta técnica también se aplica a cantidades no monetarias.

Para calcular un valor nivelado, cada cantidad se descuenta a una fecha de referencia, usando los factores de valor presente. La suma de los valores presentes de todas las cantidades, dividida entre la suma de todos los factores de valor presente, da como resultado el valor promedio uniforme equivalente, llamado generalmente valor nivelado o anualidad equivalente.

$$VN = \left[\sum_{j=1}^n VF_j / (1+i)^j \right] / \left[(1+i)^n - 1 / (1+i) \right] \dots \dots \dots (29)$$

Donde :

VN = Valor nivelado o anualidad equivalente en el período n

F_j = Valor futuro en el año j del período n

n = Número de años del período considerado

j = Año considerado del período n

i = Tasa de descuento anual, en p.u.

Puesto que el factor de recuperación del capital es igual al recíproco de la suma de factores de valor presente, el cálculo de un valor nivelado puede usarse en un análisis financiero, multiplicando el valor presente total de esas cantidades por el factor de recuperación de capital. El resultado es una anualidad.

El valor presente de todos los pagos anuales iguales o valores nivelados por cada año, es igual al valor presente total de las cantidades no uniformes originales, para una misma tasa de descuento.

ESTUDIO FINANCIERO

En los proyectos hidroeléctricos, existe una coordinación estrecha entre los aspectos técnicos, económicos y financieros.

La información del estudio de los aspectos técnicos sirve de base para la elaboración de los presupuestos de inversión y de costos, que son presentados de manera ordenada y sistemática. A su vez el estudio financiero será la base para la evaluación del proyecto y para gestionar el financiamiento necesario que el proyecto demande para su ejecución y puesta en marcha.

El estudio financiero es muy diferente al económico. Se trata de determinar mediante dicho estudio si se puede obtener, y de qué modo, el dinero necesario para realizar el proyecto hidroeléctrico; si los réditos generados por el proyecto estarán disponibles en el momento y en las cantidades adecuadas para que se pueda reembolsar el dinero tomado a préstamo.

Para que una entidad privada decida realizar un proyecto, éste debe proporcionar un flujo de efectivo tal que permita: satisfacer los requerimientos de rendimiento al capital de los inversionistas, garantizar a las entidades financieras el pago de los intereses y el principal que aportaron para la realización del proyecto, y al gobierno federal y estatal el pago de los impuestos correspondientes.

Las inversiones en un proyecto hidroeléctrico son el capital: ya sea propio (CFE) o de terceros, del que se dispone con el objeto de construir y operar una central.

7.1 TIPOLOGÍA DE LAS INVERSIONES

Las inversiones se destinan en principio a la construcción de centrales hidroeléctricas nuevas o a centrales en operación. En el primer caso lo que se genera es una central más y las inversiones son muy heterogéneas y amplias, en el segundo caso son más específicas, presentándose los siguientes tipos:

- a) Para reposición de capital.**- Esto es sustitución de equipos, instalaciones, etc.,
- b) Modernización de la central.**- Se invierte con el objeto de incorporar nuevas tecnologías, modificaciones al espacio físico o bien un nuevo equipamiento.
- c) Ampliación de la capacidad instalada.**- Se invierte para incrementar la potencia instalada de la central.
- d) Inversiones estratégicas.**- Se destinan a la investigación tecnológica y al desarrollo de nuevos equipos.

Se tienen cinco formas de estimación de las inversiones, las cuáles deben ir acorde con el nivel de profundidad del estudio.

1.- Estimaciones globales: Para los proyectos hidroeléctricos, se parte del equipo principal, conociendo el costo aproximado de éste se multiplica por 3 o 4 veces y se tiene un dato aproximado de la inversión total del proyecto. Se llega a una estimación global de un $\pm 25\%$.

2.- Estimaciones por comparaciones: Para la estimación de la inversión del proyecto, se parte de una central hidroeléctrica similar, comparándose su costo de inversión con el que se quiere estimar a partir de las capacidades instaladas, donde:

$$IFP = (CIP/CIE)^n IFE.....(30)$$

Donde:

IFE = Inversión de la central hidroeléctrica conocida

CIE = Capacidad instalada de la central conocida

CIP = Capacidad del proyecto en análisis

IFP = Inversión estimada del proyecto

n = Es un exponente que refleja el costo de inversión por unidad de capacidad instalada. Para centrales pequeñas se puede tomar en promedio 0.6 y para centrales más grandes 0.9 con respecto al tamaño de la central que se esté comparando.

3.- Estimaciones mediante actualización de precios: En este caso se tienen datos de costos de inversión atrasados, que pueden ser de otros proyectos, lo que se hace es utilizar los índices de precios y actualizar los valores de los diferentes rubros de inversión contemplados.

$$VAB = (INPC_t(VOB))/INPC_b.....(31)$$

Donde:

VOB = Inversión original de la central hidroeléctrica

VAB = Inversión actual de la central hidroeléctrica

INPC_b = Índice Nacional de Precios al Consumidor base

INPC_t = Índice Nacional de Precios al Consumidor actual

Entre más alejado se encuentre el rango de actualización de los precios, el error se va incrementando

4.- Estimaciones mediante catálogos y cotizaciones preliminares: Algunos proveedores de equipos tanto nacionales como extranjeros manejan catálogos de precios, sobre todo para tamaños estándar, por lo que estos valores se toman como costos de inversión.

El margen de error en esta forma de cálculo es de $\pm 10\%$.

5.- Estimaciones mediante precios unitarios y cotizaciones definitivas: En este último caso, las inversiones son calculadas sobre un definitivo soporte técnico-económico, ya sea básico o detallado, dependiendo del tipo de proyecto, a partir del cual se proporcionan las especificaciones y diseños finales a los proveedores a fin de obtener cotizaciones escritas definitivas y presupuestos de obra con precios unitarios desglosados.

El margen de error de este último método varía del 3 al 5 %.

La 1ª, 2ª y 3ª formas de cálculo son recomendables para la elaboración del estudio de Gran Visión, la 3ª y 4ª para Prefactibilidad y la 5ª para Factibilidad y Proyecto definitivo.

En todos los casos que se trate de bienes importados, se deberán considerar el pago de los derechos por introducción al país, en la siguiente forma:

Costo total = Costo LAB en el extranjero + flete y seguro al puerto de entrada + impuestos de introducción + flete hasta la empresa

Cálculo global multiplicar por 0.35 el costo LAB del proveedor externo

Es necesario que se definan las necesidades de recursos financieros, el origen de los mismos y las condiciones en que son otorgados para ejecutar el proyecto.

El esquema para el financiamiento del proyecto, necesariamente implica un análisis del costo del capital, detectando la opción más conveniente, esto es la fuente de recursos más accesible y económica para operar, lo que implica el conocer todas las alternativas posibles.

7.2 NECESIDADES DE CAPITAL

Las necesidades de inversión se expresan como el monto de recursos financieros que la central necesita ya sea para cubrir el inicio de la construcción y ejecución, los campos de activos y/ o los requerimientos del capital de trabajo para poder comenzar a operar.

El capital prestado a largo plazo puede ser de diversas formas; las más frecuentes de las cuáles son los créditos directos concedidos por un banco de inversión y la colocación de obligaciones y bonos en el mercado. Las obligaciones y bonos son instrumentos de crédito que contienen la promesa de pagar una cantidad estipulada de dinero en una fecha fija, generalmente más de 10 años después de la emisión y una promesa adicional de pagar periódicamente intereses, también a fechas fijas, que suelen fijarse en cada seis meses.

Una manera de apreciar el grado de endeudamiento en que puede incurrirse es estudiar la relación entre los beneficios anuales estimados en el proyecto y las cargas financieras anuales que implicarían los créditos. Mientras mayor sea la relación de beneficios a cargas financieras, mayor será la seguridad de pago. Por otra parte, si la rentabilidad estimada para el proyecto es más alta que la tasa de interés que hay que pagar por las deudas contratadas, el financiamiento con créditos será en general conveniente

El estudio del financiamiento debe considerar también que una parte de las inversiones se realiza en moneda nacional y otra en moneda extranjera

7.2.1 Intereses durante la ejecución del proyecto hidroeléctrico

Cuando el financiamiento se comienza a administrar desde la etapa preoperativa, se generan intereses que es necesario pagar, los cuales se acumulan hasta que se inicia la etapa operativa de la central, dichos intereses se cubren con inversiones diferidas, al menos que el proyecto pueda ir produciendo a la vez que se va ejecutando, situación que no es común.

7.2.2 Gastos financieros

Comprenden los intereses generados por el otorgamiento de créditos de corto y largo plazo, los cuales demanda la operación de la central hidroeléctrica, así como las comisiones por aperturas de cuentas y contratos de financiamiento

7.3 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Para llevar a cabo un proyecto hidroeléctrico, es necesario establecer como será financiado y como se estructurará la entidad responsable de su ejecución. En síntesis, es preciso concebir una empresa determinada que cuente efectivamente con los fondos de financiamiento y realice las obras proyectadas.

El financiamiento del proyecto debe indicar las fuentes de recursos financieros necesarios para su ejecución y funcionamiento y describir los mecanismos a través de los cuales fluirán esos recursos hacia los usos específicos del proyecto.

Se debe demostrar que las fuentes señaladas son realmente accesibles y que los mecanismos propuestos guardan relación con la realidad.

El estudio del financiamiento deberá tomar en cuenta las fechas en que se precisan los recursos de Inversión, de acuerdo con el programa de trabajo y el calendario de inversiones.

Los recursos para el financiamiento de proyectos provienen de dos fuentes generales: las Internas y externas. Las primeras consideran las utilidades no distribuidas, los recursos de depreciación o de otro tipo; mientras que las externas consideran el mercado de capitales y los bancos.

En el caso de los proyectos hidroeléctricos las principales fuentes externas de financiamiento son los préstamos de tipo internacional: Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo y en ocasiones de empresas particulares.

Los préstamos se suelen clasificar en tres grupos, según el plazo de vencimiento de los compromisos: **créditos corrientes** (hasta 1 año), **Intermedios** (de 1 a 10 años) y **a largo plazo** (más de 10 años). Los créditos corrientes (bancarios o de empresas) se utilizan para financiar parte del capital de trabajo. Los otros se utilizan para invertir en la inversión fija.

Se debe analizar la proporción de la inversión que ha de financiarse con capital propio. Las decisiones al respecto dependerán esencialmente de la disponibilidad del capital propio, de las condiciones en que el crédito pueda contratarse.

Es necesario detectar y analizar las fuentes de financiamiento posibles para el proyecto, siendo realista desde un principio en cuanto al acceso para cada una de ellas.

7.3.1 Condiciones y programas de financiamiento

Cuando el proyecto hidroeléctrico pretende complementar las inversiones con créditos de naturaleza interna o externa, los acreedores van a imponer determinadas condiciones para otorgar los préstamos, los cuáles se deben conocer de antemano e incorporar al estudio financiero.

Existen también programas específicos de financiamiento, sobre todo de organismos internacionales como el Banco Mundial, que es preciso conocer, debido a que las condiciones de financiamiento suelen variar dependiendo del programa en el que se ubique el proyecto.

Las condiciones de financiamiento que es necesario conocer se integran por los siguientes aspectos:

- 1) **Proyectos hidroeléctricos:** A que tipo de proyecto se destina el crédito
- 2) **Plazos de pago:** En que plazo máximo se debe amortizar la deuda
- 3) **Formas de pago:** Tipo de moneda y periodicidad de los pagos
- 4) **Tasa de interés:** Sobre que base se fija el interés por el dinero prestado y que tipo de tasa se aplica en los cálculos
- 5) **Periodos de gracia:** La posibilidad de pagar solo intereses por un tiempo sin amortizar el capital
- 6) **Monto financiable:** El porcentaje que puede financiar el acreedor
- 6) **Comisiones:** Porcentaje sobre el préstamo por apertura de crédito y otros gastos
- 7) **Mecanismos de disposición:** Tiempo que tardan las investigaciones, evaluaciones y demás trámites, hasta disponer del crédito
- 8) **Ministración de fondos:** La entrega del préstamo necesariamente conlleva una cierta periodicidad en la disposición del efectivo, salvo contadas ocasiones el crédito no es entregado en una sola exhibición

Ministración del crédito					
(millones de pesos)					
CONCEPTO	AÑOS				TOTAL
	1	2	3	4	
Obra civil	43067	43067	43067	0	129201
Equipo electromecánico	0	162533	162533	162533	487599
TOTAL	43067	205600	205600	162533	616800
ACUMULADO	43067	248667	454267	616800	
Interés (1.5% anual)	646	3730	6814	9252	20442

El total de intereses preoperativos es de \$ 20 442 millones, sin embargo algunos acreedores capitalizan los intereses hasta el final en vez de sumarlos, como sigue:

ACUMULADO	43067	248667	205600	162533	616800
INTERESES DEL PEDIDO	675.5	3842.7	6916.2	9252	20686.4

En este segundo cálculo los intereses se elevaron a \$ 20 686.4 millones por efectos de la capitalización de los años anteriores, una política de cobro más mercantilista, pero para algunos créditos así es.

7.3.2 Seguros

Cuando se recibe crédito para el activo fijo, las instituciones bancarias exigen previamente a la operación de la central hidroeléctrica, que sus instalaciones fijas sean aseguradas. Este seguro generalmente es contra incendio y otros riesgos.

7.3.3 Amortización del crédito

Se debe presentar el programa de amortizaciones o pagos de crédito recibido, acorde con el plazo y la forma de cobro de los intereses que maneje la institución o fuente de financiamiento.

Existen diversos sistemas de amortización de los créditos, algunos de los cuales son parte de las políticas de evaluación y recuperación de los financiamientos, manejados por los acreedores. Sin embargo, siempre dependerán de la capacidad de pago que tenga la empresa. Si hay capacidad de pago se puede ser más flexible para pagar de un modo o de otro, si no se cuenta con capacidad, los pagos se tendrán que adecuar a como la empresa pueda ir generando el efectivo disponible para cubrir sus deudas.

Entre los métodos de amortización más frecuentes, se encuentran: el de pagos iguales, pagos constantes y con capitalización de intereses.

Por ejemplo, si se consigue un crédito por 616.8 millones de pesos para la construcción de una central hidroeléctrica, a una tasa del 18 % anual capitalizable trimestralmente, a un plazo de 4 años, se tienen las siguientes opciones de la amortización:

AMORTIZACIONES IGUALES				
PERIODOS	SALDO	INTERESES	AMORTIZACIONES	PAGO TOTAL
1	616.80	27.75	38.55	66.30
2	578.25	26.02	38.55	64.57
3	539.70	24.28	38.55	62.83
4	501.15	22.55	38.55	61.10
5	462.60	20.82	38.55	59.37
6	424.05	19.08	38.55	57.63
7	385.50	17.35	38.55	55.89
8	346.95	15.61	38.55	54.16
9	308.40	13.88	38.55	52.43
10	269.85	12.14	38.55	50.69
11	231.30	10.40	38.55	48.96
12	192.75	8.67	38.55	47.22
13	154.20	6.94	38.55	45.49
14	115.65	5.20	38.55	43.75
15	77.10	3.46	38.55	42.02
16	38.55	1.73	1.73	40.28

AMORTIZACIONES CONSTANTES

PERIODOS	SALDO	INTERESES	AMORTIZACIONES	PAGO TOTAL
1	616.80	27.75	27.15	54.90
4	531.63	23.92	30.98	54.90
5	500.65	22.53	32.37	54.90
8	399.09	17.96	36.94	54.90
9	362.14	16.29	38.60	54.90
12	241.03	10.84	44.05	54.90
13	196.97	8.86	46.04	54.90
16	52.54	2.36	52.54	54.90

AMORTIZACIONES CON CAPITALIZACION DE INTERESES

PERIODOS	SALDO INICIAL	INTERESES	ACUMULADO	PAGO	SALDO FINAL
1	616.80	27.75	644.55	40.28	604.27
2	604.27	27.19	631.46	342.09	589.36
3	589.36	26.52	615.88	43.99	571.89
4	571.89	25.73	597.63	45.97	551.67
5	551.67	24.82	576.48	48.04	528.44
6	528.44	23.78	552.22	50.20	502.02
7	502.02	22.59	524.61	52.46	472.15
8	472.15	21.25	493.39	54.82	438.57
9	438.57	19.73	458.31	57.29	401.02
10	401.02	18.04	419.07	59.86	359.20
11	359.20	16.16	375.36	62.56	312.80
12	312.80	14.07	326.88	65.37	261.50
13	261.50	11.76	273.27	88.31	204.95
14	204.95	9.22	214.17	71.39	142.78
15	142.78	6.42	149.21	74.60	74.60
16	74.60	3.36	77.96	77.96	0

En este último sistema los pagos totales van de menos a más, por lo que se adapta mejor a un contexto de inflación constante con altas tasas de incremento en los precios, trasladando los pagos mayores al final, pues éstos crecen exponencialmente y los pagos menores al inicio, capitalizando incluso el pago de intereses. Sin embargo, si la inflación se frena en el lapso de pago las ventajas se convierten en desventajas, sobre todo con plazos largos y altas tasas activas, siendo muy sensible este sistema a dichos factores.

7.4 PUNTO DE EQUILIBRIO DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

El punto de equilibrio es aquel nivel de producción eléctrica en donde la central iguala sus beneficios al de sus inversiones.

El análisis del punto de equilibrio es una técnica útil para estudiar las relaciones entre los costos fijos, los costos variables y los beneficios.

El punto de equilibrio se puede calcular de manera gráfica o analítica

Existen dos tipos de punto de equilibrio: el operativo y el financiero.

7.4.1 Punto de equilibrio operativo

Permite determinar el nivel de producción que es necesario ejecutar para cubrir los costos y gastos de operación.

Se obtiene de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$PEO = F / (1 - CV/VN) \dots \dots \dots (32)$$

Donde:

PEO = Punto de equilibrio operativo

CF = Costos fijos del periodo

CV = Costos de ventas sin depreciación

VN = Ventas netas (Producto de la generación total por su precio de referencia)

7.4.2 Punto de equilibrio financiero.

Es aquel nivel de producción en donde la central genera beneficios suficientes para cubrir además de las inversiones de operación, los intereses derivados de préstamos obtenidos.

$$PEF = (CF + GF) / (1 - CV/VN) \dots \dots \dots (33)$$

Donde:

PEF = Punto de equilibrio financiero

CF = Costos fijos del período

GF = Gastos financieros

CV = Costo de ventas

VN = Ventas netas (Producto de la generación total por su precio de referencia)

EXCEL versión 5.0

Las hojas de cálculo figuran en la historia de la computación como uno de los mayores propulsores de la informática. Ellas son prácticamente la causa del gran desarrollo de las microcomputadoras a finales de la década de los setenta. Teniendo como primer gran representante la espléndida hoja VISICALC elaborada para las microcomputadoras APPLE, quién cedió la supremacía a LOTUS 1-2-3 cuando fueron lanzadas las PC. Con la aparición del entorno gráfico WINDOWS, Excel a partir de 1994 tiene la supremacía dentro de las hojas de cálculo en el mercado mundial.

Una hoja de cálculo o electrónica sustituye naturalmente el proceso manual y mecánico de escritura y cálculos. Para trabajar con una hoja de cálculo debe conocerse la aplicación en la que se desenvolverá y los mandatos propios de la hoja.

8.1 INTRODUCCIÓN A EXCEL 5.0

Excel 5.0 es una aplicación potente de hoja electrónica que puede utilizarse para la representación gráfica, gestión y análisis de la información en el entorno de Microsoft Windows.

Con Excel 5.0 es fácil introducir información dentro de una hoja y poder cambiar, suprimir o añadir dicha información.

Cada archivo de Excel 5.0 es un libro de trabajo con varias hojas donde se puede intercambiar información entre sí fácilmente e introducir rápidamente datos en ella. Se pueden ordenar las hojas del libro de trabajo y poner un nombre a cada una de ellas para poder localizar rápidamente la información que se necesita.

Cuando se abre un nuevo libro de trabajo, se dispone de 16 hojas en blanco denominadas Hoja 1, Hoja 2, etc. Si se desea se pueden personalizar el libro añadiendo, eliminando o renombrando las hojas, de tal manera que se pueden tener hasta 255 hojas.

8.2 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE CÓMPUTO PARA EXCEL 5.0

Para usar Excel 5.0, se necesita el siguiente equipo de cómputo:

Una PC compatible con IBM con procesador 80286 o superior

Una unidad de disco de 3½ o 5¼ pulgadas

Un disco duro

Una tarjeta gráfica compatible con la versión 3.1 o posterior, tal como EGA o VGA

Por lo menos 4 Megabytes de memoria RAM

Versión 3.1 o posterior de MS-DOS

Versión 3.1 de Windows

Uso de mouse o ratón

Impresora opcional

8.3 HOJA DE TRABAJO DE EXCEL 5.0

De igual modo que cualquier aplicación que se basa en Windows, Excel 5.0 posee una ventana principal que visualiza el nombre de la aplicación, "Microsoft Excel", en la barra de título. Esta ventana puede maximizarse para ocupar toda la pantalla, restaurarse para ocupar parte de la pantalla, o reducirse a un icono al fondo de la pantalla.

8.3.1 Uso de menús

En Excel 5.0 los menús y órdenes funcionan de acuerdo con los convenios de Microsoft Windows. Los nombres de menú aparecen en la barra de menús de la parte superior de la pantalla.

Cuando se pulsa un menú aparece una lista de órdenes. Para seleccionar una pulse el nombre del menú que se abrirá y luego pulse la orden que se desee.

Cuando se escoge una orden que va seguida de puntos suspensivos, las aplicaciones basadas en Windows visualizan un cuadro de diálogo que puede proporcionar más información. Dependiendo del cuadro de diálogo que se trate, se introduce la información o se selecciona entre un grupo de opciones.

Después de introducir la información o realizar selecciones en el cuadro de diálogo, se puede pulsar el botón Aceptar con el ratón o pulsar la tecla Enter para ejecutar la orden. También se puede escoger el botón Cancelar o pulsar Esc para cerrar un cuadro de diálogo sin ejecutar una acción.

8.3.2 Utilización de las barras de herramientas

Las barras de herramientas se encuentran localizadas debajo de la barra de menús. Cuando se instala y ejecuta Excel 5.0, aparece la barra de herramientas Estándar y la barra de herramientas Formato. Estas barra contienen botones que son abreviaturas para la elección de órdenes y para el manejo de Microsoft Excel.

Se puede seleccionar diferentes barras de herramientas dependiendo de las herramientas que se necesita.

8.3.3 Salida de Excel 5.0

Si se desea salir de Excel, se debe pulsar el menú **Archivo** y posteriormente la orden **Salir**. Otra manera de salir es pulsando dos veces el cuadro del menú de Control que aparece en la esquina superior izquierda de la ventana de aplicación.

8.4 INTRODUCCIÓN DE DATOS

Cada archivo de Excel 5.0, es un libro de trabajo con varias hojas donde se puede intercambiar información entre si fácilmente e introducir rápidamente datos en ellas. Puede ordenarse las hojas de un libro de trabajo y ponerles un nombre para poder localizar la información que se necesita.

Se puede introducir texto, números y fórmulas en cualquier celda de una hoja. Cualquer información que se introduzca aparece en la celda activa y en la barra de fórmulas.

En Excel 5.0, los archivos se denominan libros de trabajo, los cuáles pueden contener varias hojas de trabajo como se dijo anteriormente, hojas de gráficos y módulos de Visual Basic. Con los libros de trabajo de Microsoft Excel 5.0 se puede hacer fácilmente intercambio entre hojas, introducir datos en más de una hoja a la vez y denominar las hojas por separado para hacer que sean fáciles de distinguir.

8.4.1 Para abrir y guardar un archivo

Siempre que se inicia Excel 5.0 se abre un libro de trabajo en blanco preparado para trabajar en él. Este libro consta de varias hojas en las que se puede introducir y editar información.

Para abrir un libro de trabajo, se pulsa el menú **Archivo** de la barra de herramientas y posteriormente la orden **Abrir**.

8.4.2 Almacenar la hoja con un nuevo nombre

Para poder almacenar un archivo con un nuevo nombre, se debe pulsar el menú **Archivo** de la barra de herramientas y posteriormente la orden **Guardar como**.

El nombre del archivo debe contener 8 caracteres y Excel le añade la extensión **.XLS**

8.5 DESPLAZAMIENTO A TRAVÉS DE LA HOJA DE TRABAJO

Una hoja electrónica consta de columnas y filas. Las columnas se disponen verticalmente y se identifican con letras. Las filas se disponen de forma horizontal y se identifican con números. A la intersección de una columna y fila se le denomina **celda**. Las celdas se denominan según sus posiciones en las filas y columnas. A esta combinación de una letra de columna y un número de fila se le llama **referencia de celda**.

Cuando se selecciona una celda con el botón del ratón o con las teclas del cursor se convierte esa celda en la celda activa. En ella se puede introducir nuevos datos o editar los datos que se contiene. La celda activa tiene un borde que la rodea. Siempre se podrá saber la referencia de la celda donde está, mirando simplemente el recuadro de nombre que se encuentra en la barra de fórmula.

Para cambiar la celda desde el teclado, se usan las teclas de dirección (←↑→↓) que permiten mover el cursor a la izquierda, arriba, derecha y hacia abajo, respectivamente.

Para desplazarse entre las hojas de un libro de trabajo, se debe pulsar las etiquetas de página que aparecen al final de las hojas. Se puede utilizar las flechas del ángulo inferior izquierdo de la pantalla para desplazarse hasta la primera hoja, retroceder una hoja, avanzar una hoja o ir hasta la última hoja de un libro.

Una hoja de Excel 5.0 tiene una dimensión física mucho mayor de lo que la pantalla puede mostrar. Excel permite la creación de una hoja con 16,384 renglones por 256 columnas. A pesar del recurso de ampliación, la ventana de trabajo puede mostrar un máximo de 12 columnas por 20 renglones.

8.5.1 Introducción de datos

La introducción del contenido de una celda es una tarea sencilla. Se debe seleccionar la celda que recibirá los datos colocando el rectángulo de selección sobre ella. A continuación solo se tiene que escribir el contenido.

Al introducir los datos, Excel 5.0 clasifica los datos en 4 categorías:

- a) Un texto o un encabezado
- b) Un número
- c) Una fórmula
- d) Un mandato u orden

Esta selección casi siempre se hace en función del primer carácter que ha sido escrito. Por omisión, Excel 5.0 alinea el texto a la izquierda de la celda y los números a la derecha. Por lo que se refiere a las fórmulas, éstas constan de especificaciones de operaciones matemáticas asociadas con una o más celdas de la hoja.

La ventaja real que presentan las hojas de cálculo está en la utilización de fórmulas y funciones. Básicamente, una fórmula consta de la especificación de operaciones matemáticas asociadas con una o más celdas de la hoja.

8.6 INTRODUCCIÓN DE FÓRMULAS

Se pueden realizar cálculos con los datos utilizando fórmulas, las cuáles están formadas por operadores de datos y con frecuencia de funciones. Excel 5.0 contiene una gran cantidad de funciones que se pueden utilizar en fórmulas, incluyendo las funciones automáticas como Autosuma Σ , que suma los datos de filas o columnas. El Asistente para funciones hace que resulte fácil crear fórmulas.

Para indicar a Excel 5.0 que se va a introducir una fórmula en una celda, se debe comenzar la entrada con un operador aritmético (=) y posteriormente las funciones y referencias de celdas que se vayan a usar.

8.6.1 Creación de fórmulas con referencias absolutas y relativas

Las referencias que cambian automáticamente cuando se les desplaza se denominan referencias relativas. Cuando se copia una fórmula que contiene referencias relativas, estas referencias se ajustan para reflejar la nueva posición de la fórmula. Sin embargo, también se pueden utilizar fórmulas con referencias absolutas, referencias que siempre se refieren a la misma celda, sin tener en cuenta dónde se copie la fórmula. El signo \$ indicará una referencia absoluta de la celda.

8.6.2 Asistente para funciones

Excel 5.0 cuenta con un asistente para funciones f_x en la barra de herramientas, el cuál contiene muchas funciones financieras, matemáticas, estadísticas y otras más que se harán uso en esta tesis.

8.7 REPRESENTACIÓN GRÁFICA E IMPRESIÓN DE LOS DATOS

Con Excel 5.0 a través del Asistente para gráficos se puede fácilmente convertir los datos en gráficos dinámicos y utilizarlos en presentaciones.

Pueden crearse gráficos de dos formas: en la misma hoja con los datos inclusive o en una hoja por separado.

El Asistente para gráficos de Excel 5.0 incluye varios tipos de gráficos. Dentro de cada uno de esos tipos o categorías se puede escoger una variación del tipo básico de gráfico que puede incluir retículas o rótulos.

Pueden seleccionarse 15 gráficos diferentes a través del Asistente con varias categorías de cada uno de ellos tanto en segunda dimensión como en tercera.

8.8 FUNCIONES FINANCIERAS

Excel dispone de una serie de funciones financieras de uso más frecuente, las que se mencionan a continuación:

FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
NPER	(tasa de interés; pagos regulares; valor presente; valor futuro; tipo) Calcula el número de pagos de una inversión	NPER(i;A;VP;VF;T)
PAGO	(Tasa de interés; número de periodos; valor presente; valor futuro; tipo) Calcula el pago por período regular de una inversión	PAGO(i;n;VP;VF;T)
TASA	(número de periodos; pago; valor presente; valor futuro; tipo; estimación) Calcula la tasa de interés por período de una inversión	TASA(n;A;VP;VF;T)
TIR	(valores; estimación) Calcula la tasa interna de retorno de una lista de flujos de efectivo	TIR(B1..BN;e)
VA	(Tasa de interés; número de periodos; pago; valor futuro; tipo) Calcula el valor presente de una serie de pagos	VA(i;n;A;VF;T)
VF	(tasa de interés; número de periodos; pago; valor presente; tipo) Calcula el valor futuro de una inversión	VF(i;n;A;VP;T)

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA SICOSTOS Y EJEMPLO DE APLICACIÓN: P.H. PAROTA, Gro.

El programa de computadora SICOSTOS realizado en EXCEL 5.0 permite la evaluación económico-financiera de proyectos hidroeléctricos de una manera fácil de operar y con una capacidad de respuesta rápida, al aprovechar el concepto de libro de trabajo, el cuál está formado por un conjunto de hojas interrelacionadas

SICOSTOS está integrado por las siguientes doce hojas de cálculo integradas:

- 1.- Captura
- 2.- Información general
- 3.- Catálogo de conceptos
- 4.- Auxiliar
- 5.- Resumen
- 6.- Cantidades obra
- 7.- kWh nivelado
- 8.- Sustitución de energía
- 9.- Indicadores
- 10.- Ejecutivo
- 11.- Agua 95
- 12.- Financiero

En la hoja de **Captura**, se introducen los datos generales del proyecto hidroeléctrico, como son: Nombre, alternativa, potencia instalable, número de unidades turbogeneradoras, generación media anual, generación secundaria, generación firme (tanto en horas pico como en base), volumen aprovechable, elevación de la corona de la cortina, NAMO, flujo de Inversiones anuales (en porcentaje), número de horas de generación pico, número de días por semana, número de semanas en que opera la central, tasa de Interés por calcular y tipo de cambio del dólar.

En la hoja de **Información general** aparecen los resultados económicos del proyecto hidroeléctrico, como son el costo del kWh nivelado, costo del kW instalable, determinación de los beneficios netos anuales (sustitución de energía por medio de la térmica equivalente), determinación de parámetros económicos (TIR, B/C, ARC) y se muestra una comparación del proyecto en estudio con otras centrales hidroeléctricas y termoeléctricas en operación.

En la hoja de **Catálogo conceptos** aparece el catálogo de conceptos y precios unitarios de obra civil y equipo electromecánico a nivel de prefactibilidad a 1995.

En la hoja **Auxiliar** aparece el presupuesto total del proyecto hidroeléctrico para todas sus estructuras, tanto de obra civil como de equipo electromecánico.

En la hoja **Resumen** se obtiene una tabla Resumen general del presupuesto con sus respectivos importes, considerando el costo directo del proyecto, un cargo del 15 % de imprevistos y un cargo de supervisión y administración del 10 %.

En la hoja **Cantidades obra** aparece un resumen de las cantidades de obra por estructura y por concepto, desglosándose en excavaciones, terracerías, concretos y tratamientos así como su porcentaje relativo por estructura.

En la hoja **kWh nivelado** se realiza el cálculo del costo del kW instalable y del kWh nivelado en base a los datos suministrados en la hoja de **Captura**.

En la hoja **Sustitución de energía** se lleva a cabo la obtención del beneficio neto anual del proyecto hidroeléctrico en base a sus diferentes tipos de energía: pico, base y secundaria y sus respectivos costos unitarios de generación.

En la hoja **Indicadores** se obtiene la determinación de los indicadores económicos como son:

Valor presente de Inversiones VPI

Valor presente de beneficios VPB

Relación beneficio-costo B/C

Valor presente neto VPN

Año de recuperación del capital ARC

Tasa interna de retorno TIR

En la hoja **Ejecutivo** se muestra de manera general un resumen económico del proyecto y su ahorro equivalente en número de barriles de petróleo.

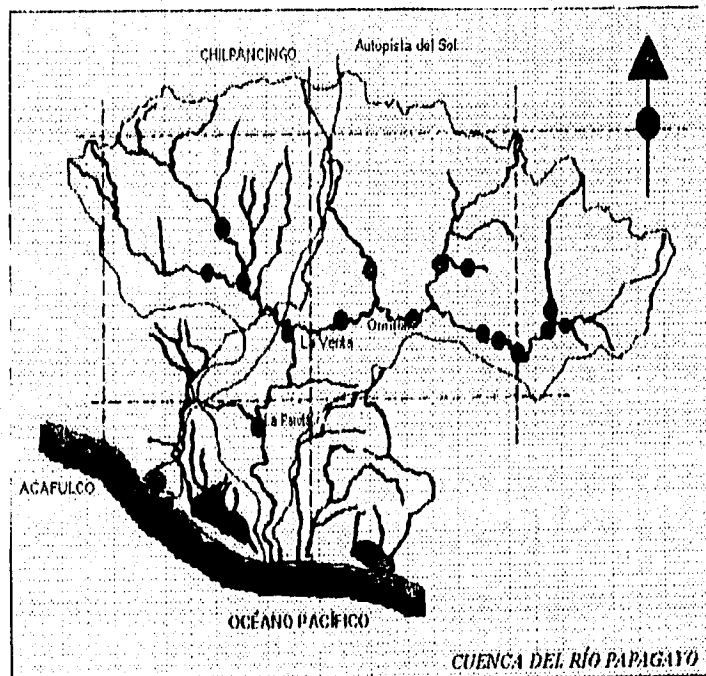
En la hoja **Agua 95** aparece una base de datos en donde se muestran las cuotas por concepto del pago del uso del agua, dependiendo de la zona de disponibilidad, el cual es función del estado y del municipio, donde está localizado el proyecto hidroeléctrico.

En la hoja **Financiero** se muestran varios métodos de amortizaciones en base al monto total del proyecto y algunas otras consideraciones más.

9.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO PAROTA

El proyecto hidroeléctrico Parota forma parte del Sistema hidrológico Costa de Guerrero. Se localiza a 28 km al Noreste del puerto de Acapulco, sobre el cauce del río Papagayo.

En la cuenca del río Papagayo se han identificado dieciséis sitios para posibles proyectos hidroeléctricos, siendo Parota el más importante. Del potencial existente sólo se han desarrollado uno: Gral. Ambrosio Figueroa (La Venta), puesto en operación en el año 1964.



Localización del P.H. La Parota, Gro.

Desde el año de 1976 se iniciaron los estudios topográficos, hidrológicos y geológicos en el sitio Parota así como los diagnósticos sociales y ambientales tendientes a determinar la factibilidad del proyecto.

A partir de dichos estudios se estableció la conveniencia de construir el proyecto hidroeléctrico, identificando que el almacenamiento y control del agua del río Papagayo podría permitir los siguientes beneficios:

- a) Generación de energía eléctrica
- b) Abastecimiento de agua potable
- c) Irrigación
- d) Saneamiento de la laguna de Tres Palos
- e) Desarrollo acuícola y turístico
- f) Creación de empleos durante la construcción

9.2 APLICACIÓN DEL PROGRAMA SICOSTOS

A continuación se muestran los resultados acerca del proyecto hidroeléctrico Parota, Gro. mediante la aplicación del programa SICOSTOS, donde se muestra su viabilidad económica ya que se obtiene una relación beneficio-costos de 1.24 y una TIR del 12.11%.



P.H. LA PAROTA

TESIS DE MAESTRÍA

INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

D.E.P.F.I.

DATOS GENERALES DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO:

Precios en nuevos pesos de:

Junio 1995

UNIDADES

Nombre:

P.H.La Parota, Gro.
ECCC, C.M.exterior y
CONDUCCIÓN subterránea

Alternativa:

Potencia instalable:

785.00 MW

Número de unidades turbogeneradoras:

3

Generación media anual:

1 332.00 GWh

Generación secundaria:

221.00 GWh

Generación firme:

1 111.00 GWh

Generación firme en horas pico:

928.76 GWh

Generación firme en horas fuera de pico:

182.24 GWh

Volumen aprovechable

659 449 296 m³

Corona de la cortina:

180.00 msnm

NAMO:

170.00 msnm

Año de inicio de construcción:

1

Año de terminación de construcción:

5

Año de inicio de operación:

5

Vida útil del proyecto:

50 años

Flujo de inversiones anuales :

Año 1

22.1 %

Año 2

28.5 %

Año 3

21.9 %

Año 4

18 %

Año 5

9.5 %

Año 6

0 %

Año 7

0 %

Verificación =====>

100 %

Nº de horas de generación pico:

4

Nº de días por semana:

6

Nº de semanas al año:

52

Tasa de interés para calcular Valor Presente Actualizado al Año Cero:

10 %

Tipo de cambio dólar estadounidense

6.0639 N\$

TESIS DE MAESTRÍA

INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

D.E.P.F.I.

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO:

Nombre:	P.H. La Parota, Gro. ECCC, C.M. exterior y CONDUCCIÓN subterránea
Alternativa:	
Potencia instalable:	765.00 MW
Generación media anual:	1 332.00 GWh
Corona de la cortina:	180.00 msnm
NAMO:	170.00 msnm
Precios en nuevos pesos de:	Junio 1995

2. DETERMINACIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS:

Año de inicio de construcción:	1
Año de terminación de construcción:	5
Año de inicio de operación:	5
Vida útil del proyecto:	50 años
Flujo de inversiones anuales:	
Año 1	22.1 %
Año 2	28.5 %
Año 3	21.9 %
Año 4	18 %
Año 5	9.5 %
Año 6	0 %
Año 7	0 %

Número de unidades turbogeneradoras:	3
Tasas de descuento anual:	8 %
	9 %
	10 %
	11 %
	12 %
Consumo específico del agua:	0.4951 m ³ /kWh
Costo unitario por el uso del agua	0.0008 N\$/kWh

Información General

2.1 Costo del kWh Nivelado:

Tasa de descuento (%):	N\$/kWh nivelado total
8	0.3861
9	0.4351
10	0.4860
11	0.5389
12	0.5934

2.2 Costo del kW Instalable:

Costo del kW instalable:	7 120 N\$/kW
--------------------------	--------------

2.3 Determinación de los Beneficios Netos Anuales: (Térmica Equivalente)

Generación total anual:	1 332.00 GWh
Generación secundaria:	221.00 GWh
Generación firme:	1 111.00 GWh
Nº de horas de generación pico:	4
Nº de días por semana:	6
Nº de semanas al año:	52
Generación firme en horas pico:	928.76 GWh
Generación firme en horas fuera de pico:	182.24 GWh
Beneficio neto anual:	782.60 millones de N\$

Valor presente actualizado al año cero :

Tasa de interés analizada:	10 %
a) Beneficios netos:	5278 608 467 N\$
b) Inversiones:	4264 491 602 N\$

2.4 Determinación de Parámetros Económicos:

Relación beneficio/costo :	1.24
Tasa interna de retorno TIR :	0.1211 %
Año de recuperación del capital :	21.78 años

3. COMPARACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO :

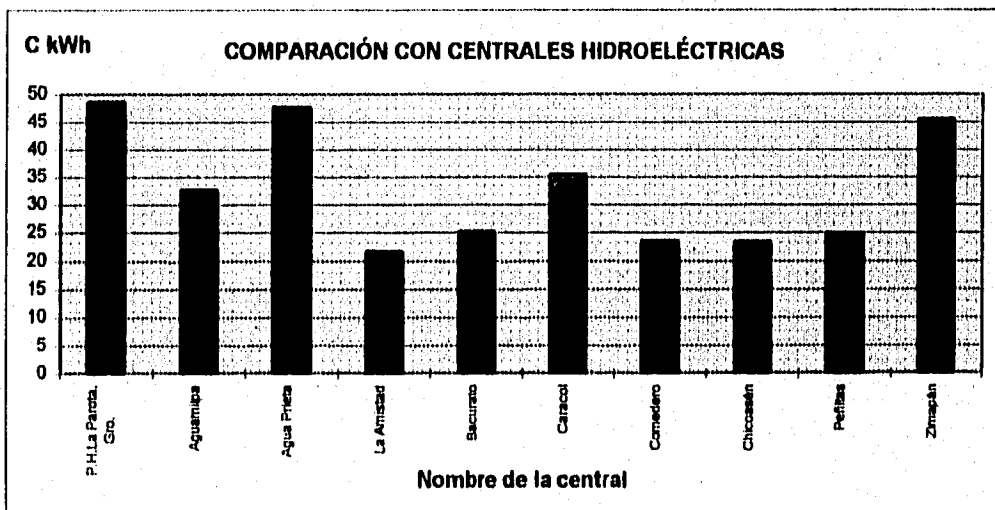
Notas:

Precios medios de	Junio 1995
Tasa de descuento del:	10 %
Costo del kWh nivelado:	0.4860 N\$/kWh
Indice COPAR	174.23

3.1 Centrales Hidroeléctricas:

Los valores están en Centavos y a precios de 1995

Central	C kWh	Indice COPAR	Indice PH-CH
P.H.La Parota, Gro.	48.60	174.23	100.00
Aguamilpa	32.67	117.12	148.76
Agua Prieta	47.58	170.56	102.15
La Amistad	21.61	77.47	224.90
Bacurato	25.14	90.12	193.34
Caracol	35.44	127.03	137.15
Comedero	23.43	83.99	207.44
Chicoasén	23.28	83.44	208.82
Pefitas	24.79	88.88	196.03
Zimapán	45.46	162.96	106.92

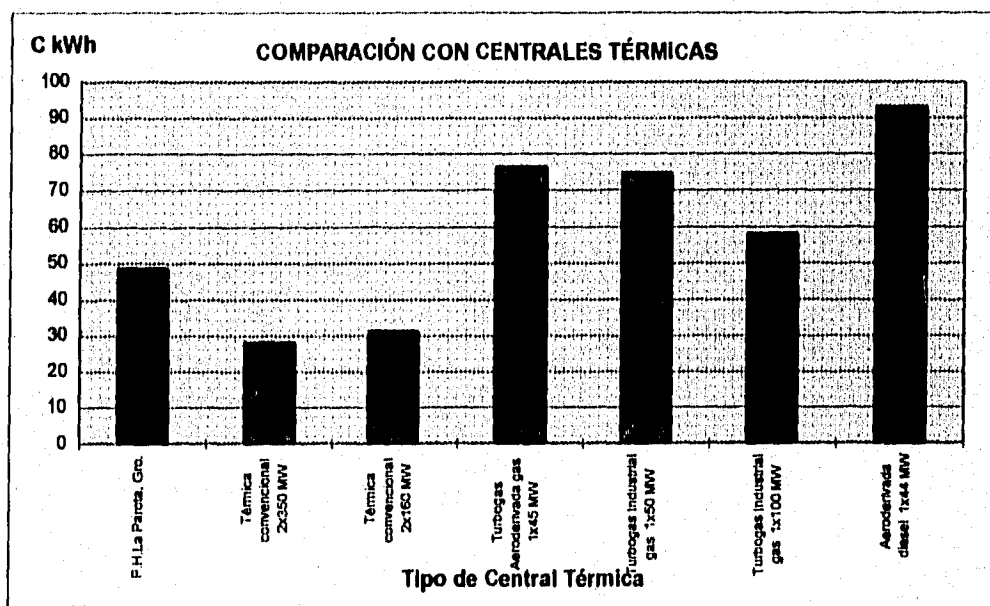


Información General

3.2 Centrales Térmicas:

Los valores están en Centavos y a precios de 1995

Central	C kWh	Indice COPAR	Indice PH-CT
P.H.La Parota, Gro.	48.60	174.23	100.00
Térmica convencional 2x350 MW	27.90	100.00	174.23
Térmica convencional 2x160 MW	31.12	111.54	158.21
Turbogas Aeroderivada gas 1x45 MW	76.24	273.28	63.78
Turbogas Industrial gas 1x50 MW	74.61	267.46	65.14
Turbogas Industrial gas 1x100 MW	58.02	207.98	83.77
Aeroderivada diesel 1x44 MW	93.04	333.51	52.24



P.H. La Parota, Gro.
Alternativa: ECCC, C.M. exterior y CONDUCCIÓN subterránea

PRESUPUESTO GENERAL

Potencia instalable: 765 MW

Corona de la cortina: 180 msnm

NAMO: 170 msnm

Precios en nuevos pesos de: Junio 1995

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (N)	IMPORTE TOTAL (N)
10.00000	INFRAESTRUCTURA					
11.00000	Campanero					
0.21005	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en grandes masas	m ³	1	50000	48,28	2 414 000
0.11001	Construcción de pozo profundo y operación de planta polibridadora	obra	10	1	1 842 660,00	1 842 660
0.11002	Red de drenaje	m	10	24094	147,41	3 551 897
0.11003	Red de agua potable	m	10	8433	92,13	776 632
0.11004	Construcción de laguna de oxidación	obra	10	6	307 110,00	1 535 550
0.11005	Construcción de muros de manpostea	m ³	10	60	285,33	17 120
0.50255	Concreto simple f'c=150 y 250 kg/cm ² en tira directa para plantas en lineales de desvío y plataformas. incluye cemento	m ³	4	181	695,83	125 945
0.11006	Revoloteación	tole	10	1	737 084,00	737 084
0.11007	Colectivos para obreros	módulo	10	36	276 399,00	9 950 364
0.11008	Dormitorios para personal técnico	módulo	10	48	303 425,00	14 564 400
0.11009	Comedor obrero	módulo	10	2	1 228 440,00	2 456 880
0.11010	Comedor técnica	módulo	10	2	1 228 440,00	2 456 880
0.11011	Construcción de clínica IMSS	módulo	10	1	2 456 880,00	2 456 880
0.11012	Psnería, lavandería, peluquería, tienda y toristería	módulo	10	6	675 640,00	3 378 200
0.11013	Construcción de teléfonos, telégrafos y banco	módulo	10	3	184 266,00	552 798
0.11014	Construcción de sala de cine	módulo	10	1	737 064,00	737 064
0.11015	Construcción de control de bomberos	módulo	10	1	737 064,00	737 064
0.11016	Construcción de unidad deportiva	obra	10	1	1 474 128,00	1 474 128
0.11017	Construcción de viaductos internos y de acceso	km	10	6	2 578 821,00	15 472 926
0.11018	Construcción de gasolera	obra	10	1	859 908,00	859 908
0.11019	Dormitorios para policía militar	módulo	10	1	1 719 816,00	1 719 816
0.11020	Construcción de casa de visitas	obra	10	1	4 913 759,00	4 913 759
0.11021	Alumbrado general	tole	10	1	5 527 979,00	5 527 979
0.11022	Adquisición de campers	módulo	10	60	98 275,00	5 896 500
0.11023	Construcción de refectorio	obra	10	1	184 266,00	184 266
1.00000	Campanero			PARCIAL		84 340 780
12.00000	Oficinas					
0.12001	Construcción de oficinas de CFE	módulo	10	6	184 266,00	1 105 596
0.12002	Construcción de oficinas de supervisión	módulo	10	5	184 266,00	921 330
2.00000	Oficinas			PARCIAL		2 026 926
13.00000	Línea de transmisión					
0.13001	Línea de transmisión para construcción	km	10	11	659 918,00	7 259 098
3.00000	Línea de transmisión			PARCIAL		7 259 098
14.00000	Subestación					
0.14001	Subestación para construcción	tole	10	1	12 170 153,00	12 170 153
4.00000	Subestación			PARCIAL		12 170 153
15.00000	Caminos					
0.15001	Camino de acceso definitivo	km	10	26	4 516 838,00	117 437 768
0.15002	Camino de construcción sin pavimento con revestimiento	km	10	5	3 215 915,00	16 079 575
5.00000	Caminos			PARCIAL		133 517 363
10.00000	INFRAESTRUCTURA			TOIAL		<u>239 314 320</u>

CLAVE CONCEPTO	UNIDAD	Nº CONTROL	CANTIDAD	P. U. (M)	IMPORTE TOTAL (M)
----------------	--------	------------	----------	-----------	-------------------

20 0000 OBRA DE DESVÍO

21 0000 Atagües

0 21005	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en grandes masas	m³	1	23200	48,28	1 120 096
0 21145	Sobrecarreo en km subsiguientes al primero del material producto de excavación y/o remociones y/o extracción de derrumbes en desvío (4 km)	m³-km	5	92800	5,01	454 928
0 31030	Material N impermeable para el núcleo. Incluye explotación en banco, carga, acarreo, descarga en el banco de almacenamiento y tratamiento requerido, carga, acarreo, descarga y colocación, en atagües y cortina	m³	2	23060	48,02	1 107 341
0 31035	Sobrecarreo en 3 km subsiguientes al primero del material N	m³-km	6	690180	2,34	1 615 021
0 3104	Material 2 de alusión para filtros incluye explotación en banco, carga, acarreo, descarga en el banco de almacenamiento y procesamiento requerido, carga, acarreo, descarga, colocación en atagües y cortina, Ø < 7,62 cm	m³	2	120990	97,53	11 600 185
0 31045	Sobrecarreo en 0,05 km subsiguientes al primero del material 2	m³-km	6	6050	2,06	12 463
0 3102	Material 3D alusión en grúa a fondo perdido para plataformas de apoyo, proveniente de excavaciones incluye carga en banco de almacenamiento, acarreo, descarga y colocación en atagües Ø < 38 cm	m³	2	133700	20,65	2 760 905
0 31010	Enrocamiento 4' proveniente de excavaciones para las prestagües de aguas abajo, contraatagües y cortina. Incluye carga en banco de almacenamiento, acarreo, descarga y colocación, Ø < 40 cm	m³	2	83050	15,99	1 327 970
0 31015	Sobrecarreo en 1 km subsiguientes al primero del material 3C	m³-km	6	332600	2,34	776 284
0 3105	Enrocamiento 3A proveniente de las excavaciones para los respaldos. Incluye carga en banco de almacenamiento, acarreo, descarga, colocación en atagües, Ø < 40 cm	m³	2	356100	26,45	9 416 645
0 31055	Sobrecarreo en 1 km subsiguientes al primero del material 3A	m³-km	6	356100	2,06	733 666
0 31070	Enrocamiento 4 proveniente de las excavaciones para la protección de los taludes. Incluye carga en banco de almacenamiento, acarreo, descarga y colocación en atagües Ø > 40 cm y cortina > 1 m	m³	2	229050	14,30	3 275 415
0 4113	Pantalla flexoimpermeable en la atagües aguas arriba en alusiones	m²	3	480	3 317,58	1 592 438
0 4132	Barranación en roca de Ø > 2½" para inyección de impermeabilización y longitud de 20 a 30 m en pantalla profunda en cortina	m	3	7400	303,26	2 244 272

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (14)	IMPORTE TOTAL (15)
0.4134	Inyección de impermeabilización para pantalla profunda de 20 a 30 m en optima	m³	3	2626	2 223,40	5 843 095
0.41170	Suministro y colocación de batería de PVC de Ø=3"	m	3	205	107,28	21 992
1.00000	Ataguías			PARCIAL		44 116 787
22.00000	Portales					
0.21015	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en zona de portales y salida de túneles, en plataforma de operación de obreros	m³	1	1291500	53,01	68 462 415
0.21145	Sobrecarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación y/o remociones y/o extracción de derrumbes en desvío (4 km)	m³.km	5	5166000	5,01	25 881 660
0.21180	Excavación en túnel sección circular y la bóveda sección portal para Ø=15 m a línea "B"	m³	1	39885	194,45	7 767 563
0.21175	Excavación en túnel para la parte inferior de la sección portal para Ø=16 m a línea "B"	m³	1	50775	60,41	3 067 318
0.21145	Sobrecarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación y/o remociones y/o extracción de derrumbes en desvío (4 km)	m³.km	5	362880	5,01	1 817 027
0.5102	Concreto simple f'c=200 kg/cm² en tiro directo para planillas an túneles de desvío y plataformas, incluye cemento	m³	4	5400	940,31	5 077 674
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	270	4 449,54	1 201 376
0.51035	Cimbra reforzada en bóvedas de los túneles de desvío, incluye cemento	m²	4	12811	1 294,66	16 668 706
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	1281	4 449,54	5 699 661
0.4106	Barrenación en rca de Ø=3" y de 15 m de longitud para drenar lavados en desvío	m	3	26145	288,69	7 547 800
0.41025	Suministro, barrenación de Ø=3", habilitación, colocación e inyección de anclas de fricción de Ø=1½" en los lavados de portales y plataformas desde 9 01 a 12 m en desvío	m	3	21144	453,80	6 695 147
0.41115	Suministro y colocación de malla electrosoldada en lavados para el desvío, generación y excedencias	m²	3	41830	69,03	2 762 035
0.41095	Mortero lanzado en lavados para el desvío, incluye cemento	m³	3	2092	2 336,02	4 684 802
2.00000	Portales			PARCIAL		160 343 465
23.00000	Túneles de desvío					
0.21180	Excavación en túnel sección circular y la bóveda sección portal para Ø=15 m a línea "B"	m³	1	256504	194,45	49 877 203
0.21175	Excavación en túnel para la parte inferior de la sección portal para Ø=16 m a línea "B"	m³	1	326460	60,41	19 721 449
0.21145	Sobrecarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación y/o remociones y/o extracción de derrumbes en desvío (4 km)	m³.km	5	699557	5,01	3 504 381

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (18)	IMPORTE TOTAL (18)
0.5102	Concreto simple Fc=200 kg/cm ² en tiro directo para planillas en túneles de desvío y plataformas. Incluye cemento	m ³	4	8730	940,31	8 208 908
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	350	4 449,54	1 557 339
0.41075	Barranación en roca de Ø=3" y de 6 a 9 m de longitud para drenaje en bóveda y muros de túnel, en zonas con y sin revestimiento en desvío	m	3	6547	200,51	1 312 739
0.41125	Suministro y colocación de malla electrosoldada en túneles para el desvío, generación y excedencias	m ²	3	155858	104,13	16 229 494
0.4111	Mortero lanzado en túneles para el desvío. Incluye cemento	m ³	3	7792	2 188,89	17 055 831
0.41035	Suministro, barranación de Ø=2½", habilitación, colocación e inyección de anclas de tensión o fricción de Ø=1" en bóveda de túneles desde 6.01 a 9 m en desvío	m	3	2455	456,37	1 120 388
3.00000	Túneles de desvío			PARCIAL		118 588 129
25.00000	Estructura de control					
0.21015	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en zona de portales y salida de túneles, en plataforma de operación de obturadores	m ³	1	157000	53,01	8 322 570
0.21145	Sobrecarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación y/o remociones y/o extracción de derrumbes en desvío (4 km)	m ³ -km	5	628000	5,01	3 146 280
0.4106	Barranación en roca de Ø=3" y de 15 m de longitud para drenar túneles en desvío	m	3	4531	288,69	1 308 054
0.41025	Suministro, barranación de Ø=3", habilitación, colocación e inyección de anclas de fricción de Ø=1½" en los túneles de portales y plataformas desde 9.01 a 12 m en desvío	m	3	13920	453,80	6 316 896
0.41115	Suministro y colocación de malla electrosoldada en túneles para el desvío, generación y excedencias	m ²	3	7250	66,03	478 718
0.41095	Mortero lanzado en túneles para el desvío. Incluye cemento	m ³	3	362	2 335,02	845 277
0.51045	Concreto reforzado en canchales de obturadores de los túneles de desvío. Incluye cemento	m ³	4	1540	1 095,53	1 687 116
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	154	4 449,54	685 229
5.00000	Estructura de control			PARCIAL		22 790 140
29.50000	Estructura de Cierre final					
0.21005	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en grandes masas	m ³	1	1200	48,28	57 936
0.21145	Sobrecarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación y/o remociones y/o extracción de derrumbes en desvío (4 km)	m ³ -km	5	4800	5,01	24 048
0.21020	Excavación en canchales de compuertas en túnel para cierre provisional y final en desvío	m ³	1	5600	941,19	5 270 664

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (M)	IMPORTE TOTAL (M)
0.21145	Sobreacarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación y/o remociones y/o extracción de derrumbes en desvío (4 km)	m ³ -km	5	22400	5,01	112 224
0.41095	Mortero lanzado en lasdes para el desvío. Incluye cemento	m ³	3	268	2 336,02	625 785
0.51045	Concreto reforzado en lumbrea de obturadores de los teneles de desvío. Incluye cemento	m ³	4	3460	1 095,53	3 790 534
0.61326	Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	l	8	208	4 449,54	925 604
0.51113	Concreto desde el talud donde se localizan las bocanomas hasta el inicio de la sección circular. Incluye cemento	m ³	4	1040	1 770,64	1 841 466
0.51326	Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	l	8	104	4 449,54	462 752
0.61060	Concreto en tapón de cierre final. Incluye cemento	m ³	4	57630	893,87	51 513 728
9.50000	Estructura de Cierre Final					64 624 641
				PARCIAL		64 624 641
20.00000	OBRA DE DESVÍO			TOTAL		<u>410 483 162</u>
30.00000	OBRA DE CONTENCIÓN					
1.N0000	Cortina de enrocamiento					
0.21025	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en laderas	m ³	1	364000	32,95	11 993 800
0.21030	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en el cauce del río	m ³	1	232500	59,16	13 754 700
0.21035	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en el plano	m ³	1	410000	59,96	24 583 600
0.21145	Sobreacarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación y/o remociones y/o extracción de derrumbes en desvío (4 km)	m ³ -km	5	3376000	5,01	16 908 750
0.41315	Borrenación en roca de Ø=23/4" para inyección de consolidación y longitud hasta 5 m en tapete de consolidación	m	3	13700	183,69	2 516 553
0.41335	Inyección de consolidación para tapete, de 3 a 5 m de profundidad	m ³	3	4822	2 274,16	10 966 000
0.51300	Concreto denso f'c=200 kg/cm ² en regularización de lateres. Incluye cemento	m ³	3	3984	1 012,28	4 032 824
0.3104	Material 2 de relleno para filtros. Incluye explotación en banco, carga, acarreo, descarga en el banco de almacenamiento y procesamiento requerido, carga, acarreo, descarga, colocación en alagueta y corbata. Ø < 7.62 cm	m ³	2	760360	97,53	74 157 911
0.31045	Sobreacarreo en 0.05 km subsiguientes al primero del material 2	m ³ -km	6	140540	2,06	2 349 512
0.3108	Material 2F para el respaldo perimetral de la cara de concreto en la zona del plano incluye explotación en el banco, carga, acarreo, descarga en banco de almacenamiento, carga, acarreo, descarga y colocación en la corbata	m ³	2	31900	94,40	3 013 274
90+A188	Sobreacarreo en 1.5 km subsiguientes al primero del material 2F	m ³ -km	6	47850	2,34	111 069

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (11)	IMPORTE TOTAL (11)
0.3106	Envocamiento 3B Inckyó explotación en banco, carga acarreo, descarga en el banco de almacenamiento y procesamiento requerido, carga, acarreo, descarga y colocación en atagula y cortina, Ø< 40 y Ø> 40 cm	m³	2	8467320	56,29	476 625 443
0.31061	Sobreacarreo en 0.5 km subsecuentes al primero del material 3B	m³.km	6	27863675	2,06	57 309 583
0.31055	Sobreacarreo en 1 km subsecuentes al primero del material 3A	m³.km	6	4180570	2,06	8 611 974
0.31005	Envocamiento 3C proveniente de cantera para las preoatagulas de aguas abajo, con atagulas y cortina Inckyó carga en banco de almacenamiento, acarreo, descarga y colocación, Ø< 40 cm	m³	2	4396760	24,79	108 095 680
0.31015	Sobreacarreo en 1 km subsecuentes al primero del material 3C	m³.km	6	4396760	2,34	10 268 418
0.31070	Envocamiento 4 proveniente de las excavaciones para la protección de los Inkuris. Inckyó carga en banco de almacenamiento, acarreo, descarga y colocación en atagula Ø> 40 cm y cortina > 1 m	m³	2	501250	14,30	7 167 875
0.31075	Sobreacarreo en km subsecuentes al primero del material 4	m³.km	6	501250	2,34	1 172 925
0.61065	Concreto en el pinto de la cortina. Inckyó cemento	m³	4	5400	1 362,15	7 355 610
0.61326	Suministro, habilitación y colocación de acera de refuerzo	l	6	324	4 449,54	1 441 651
0.61070	Concreto dental en la cimentación del pinto. Inckyó cemento	m³	4	3860	1 362,15	5 257 898
0.61326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	l	8	232	4 449,54	1 032 293
0.61080	Concreto en la losa de la cara de la cortina. Inckyó cemento	m³	4	88880	860,39	76 471 463
0.61326	Suministro, habilitación y colocación de acera de refuerzo	l	8	6222	4 449,54	27 685 038
0.61085	Concreto en los parapetos de la cortina. Inckyó cemento	m³	4	13400	1 494,28	20 023 352
0.61326	Suministro, habilitación y colocación de acera de refuerzo	l	8	1340	4 449,54	5 962 364
0.4116	Bombeo en exceso de 10 Vs con bomba centrífuga de Ø=6"	h	1	175,01	301,15	5 276 148
0.41165	Bombeo en exceso de 10 Vs con bomba centrífuga de Ø=8"	h	3	17520	370,92	6 496 518
0.4137	Suministro, habilitado y colocación de junta perimetral tipo 1	m	3	1133	3 219,82	3 048 056
0.41375	Suministro, habilitado y colocación de junta vertical tipo 2	m	3	1430	1 508,37	2 156 969
0.41385	Suministro, habilitado y colocación de junta vertical tipo 3	m	3	4070	2 455,15	9 992 461
0.41395	Suministro, habilitado y colocación de junta vertical tipo 4	m	3	1100	2 409,41	2 650 351
0.41400	Suministro, habilitado y colocación de junta vertical tipo 4A	m	3	2368	2 694,60	6 380 576
0.41405	Suministro, habilitado y colocación de junta horizontal con el parapeto tipo 6	m	3	3237	1 711,55	5 540 287
0.41410	Suministro, habilitado y colocación de junta horizontal con el parapeto tipo 7	m	3	902	150,01	135 309

CLAVE CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (1/8)	IMPORTE TOTAL (N8)
0.41415 Suministro, habilitado y colocación de junta vertical con el parapeto tipo B	m	3	44	249,45	10 978
0.41365 Protección asfáltica en el fondo de aguas arriba de la presa	m²	3	126176	12,67	1 598 650
1.N0000 Costo de enrocamiento			PARCIAL		1023 768 882

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (M\$)	IMPORTE TOTAL (M\$)
32 00000	Dique					
0.21025	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en laderas	m³	1	18000	32,95	593 100
0.21150	Sobrecarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavaciones y/o remociones de excavamiento en contención.	m³-km	5	54000	3,23	174 420
0.31030	Material N impermeable para el núcleo. Incluye explotación en banco, carga, acarreo, descarga en el banco de almacenamiento y tratamiento requerido, carga, acarreo, descarga y colocación, en ataguas y cortina	m³	2	30684	48,02	1 473 440
0.21336	Sobrecarreo en 4 km subsiguientes al primero del material N	m³	6	122592	2,34	288 865
0.3104	Material 2 de acción para filtros. Incluye explotación en banco, carga, acarreo, descarga en el banco de almacenamiento y procesamiento requerido, carga, acarreo, descarga, colocación en ataguas y cortina, Ø < 7,62 cm	m³	2	25866	97,53	2 522 711
0.21275	Sobrecarreo en 8 km subsiguientes al primero del material 2	m³	8	232794	2,06	479 556
0.3106	Excavamiento 3B. Incluye explotación en banco, carga, acarreo, descarga en el banco de almacenamiento y procesamiento requerido, carga, acarreo, descarga y colocación en ataguas y cortina, Ø < 40 y Ø > 40 cm	m³	2	27441	58,29	1 544 654
0.31055	Sobrecarreo en 1 km subsiguientes al primero del material 3A	m³-km	8	27441	2,06	56 528
0.31005	Excavamiento 3C proveniente de cantera para las presataguas de aguas abajo, contraataguas y cortina. Incluye carga en banco de almacenamiento, acarreo, descarga y colocación, Ø < 40 cm	m³	2	47307	24,79	1 172 741
0.31015	Sobrecarreo en 1 km subsiguientes al primero del material 3C	m³-km	6	47307	2,34	110 698
2.00000	Dique			PARCIAL		8 414 719
35 00000	Pantalla impermeable					
0.4132	Barricación en roca de Ø=2½" para inyección de impermeabilización y longitud de 20 a 30 m en pantalla profunda en cortina	m	3	18160	303,28	4 901 005
0.41350	Barricación en roca de Ø=3" en galerías de inspección y drenaje de longitud de 30 a 50 m	m	3	5340	201,53	1 076 170
0.41325	Barricación en roca de Ø=2½" para inyección de impermeabilización y longitud de 40 a 50 m en pantalla profunda en cortina	m	3	5200	284,02	1 476 904
0.41345	Inyección de impermeabilización para pantalla profunda de 40 a 50 m en cortina	m³	3	7519	1 398,57	10 515 848
5.00000	Pantalla impermeable			PARCIAL		17 969 927
36 00000	Instrumentación de la cortina					
0.4143	Instrumentación de la cortina	bole	3	1	15 000 000,00	15 000 000

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (118)	IMPORTE TOTAL (N8)
8.00000	Instrumentación de la cortina					
				PARCIAL		15 000 000
30.00000	OBRA DE CONEXIÓN			TOTAL		<u>1065 153 627</u>
40.00000	PLANTA HIDROELÉCTRICA					
41.00000	Dispositivo de entrada a la Obra de Toma					
0.21005	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en grandes masas	m³	1	97800	48.26	4 721 784
0.21165	Sobreacarreo en km subsecuentes al primero del material producido de excavación en generación y excedencias (4 km)	m³.km	5	391200	4.92	1 924 704
0.41265	Barrenación en roca de Ø=3" para drenaje ejecutada a cielo abierto y longitud de 12 m en desvío, generación y excedencias	m	3	2586	174.23	452 301
0.41118	Suministro, barrenación de Ø=3", habilitación, colocación e inyección de anclas de tracción de Ø=1½" a cielo abierto y longitud de 9.01 a 12.0 m en generación y excedencias	m	3	7974	468.10	3 732 629
0.41115	Suministro y colocación de malla electrosoldada en techos para el desvío, generación y excedencias	m²	3	4154	66.03	274 289
0.41285	Mortero lanzado en obras de generación y excedencias	m³	3	208	2 293.47	477 042
1.00000	Dispositivo de entrada a la Obra de Toma			PARCIAL		11 562 749
42.00000	Estructura de control					
0.21005	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en grandes masas	m³	1	3280	48.28	158 358
0.21165	Sobreacarreo en km subsecuentes al primero del material producido de excavación en generación y excedencias (4 km)	m³.km	5	13120	4.92	64 650
0.41265	Barrenación en roca de Ø=3" para drenaje ejecutada a cielo abierto y longitud de 12 m en desvío, generación y excedencias	m	3	3340	174.23	581 928
0.41118	Suministro, barrenación de Ø=3", habilitación, colocación e inyección de anclas de tracción de Ø=1½" a cielo abierto y longitud de 9.01 a 12.0 m en generación y excedencias	m	3	10262	468.10	4 803 642
0.41115	Suministro y colocación de malla electrosoldada en techos para el desvío, generación y excedencias	m²	3	5344	66.03	352 864
0.41285	Mortero lanzado en obras de generación y excedencias	m³	3	267	2 293.47	612 358
0.51120	Concreto en las estructuras de compuertas en obra de toma, incluye cemento (baldes y cubetas)	m³	4	210	1312.50	275 625
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de placa de refuerzo	l	8	21	4 449.54	93 440
0.51125	Concreto en la estructura de rejillas, incluye todos los concretos de las estructuras alojadas en el talud incluye cemento	m³	4	6690	1765.64	11 812 132
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	l	8	669	4 449.54	2 978 742

CLAVE CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (N\$)	IMPORTE TOTAL (N\$)
0.51215 Concreto en losas de piso de obra de forma, tricker y cemento	m ³	4	170	824,20	140 114
0.51326 Suministro, habilitación y colocación de acera de refuerzo	I	8	10	4 449,54	44 495
2.00000 Estructura de control			PARCIAL		21 916 249

CLAVE CONCEPTO	UNIDAD	Nº CONTROL	CANTIDAD	P. U. (Nº)	IMPORTE TOTAL (Nº)
43.00000 Construcción en túnel					
0.21240 Excavación en túnel sección circular y la bóveda sección portal para Ø=9 m a línea "B"	m³	1	98420	264,86	26 067 521
0.21165 Sobreacarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación en generación y excedencias (4 km)	m³-km	5	393680	4,92	1 936 906
0.21250 Excavación en túnel sección circular y la bóveda sección portal para Ø=8 m a línea "B"	m³	1	33920	311,03	10 550 138
0.21165 Sobreacarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación en generación y excedencias (4 km)	m³-km	5	135680	4,92	667 546
0.51290 Concreto en empaque de tubería a presión incluye cemento	m³	4	35260	2 246,14	79 198 806
0.51326 Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	3526	4 449,54	15 689 078
0.51290 Concreto en empaque de tubería a presión incluye cemento	m³	4	3460	2 246,14	7 771 644
0.4118 Suministro, barrenación de Ø=3", habitación, colocación e inyección de anclas de fricción de Ø=1½" a cielo abierto y longitud de 9.01 a 12.0 m en generación y excedencias	m	3	7268	468,10	3 397 470
0.41270 Barrenación en roca para barrenaje de Ø=3" en excavaciones subterráneas y longitud de 6 a 9.0m en desvío, generación y excedencias	m	3	3952	175,87	695 038
0.41115 Suministro y colocación de malla electrosoldada en techos para el desvío, generación y excedencias	m²	3	24251	66,03	1 601 294
0.41285 Mortero lanzado en obras de generación y excedencias	m³	3	1213	2 293,47	2 781 979
0.5113 Concreto desde el inicio donde se localizan las bocanomas hasta el inicio de la sección circular. Incluye cemento	m³	4	2680	1 770,64	4 745 315
0.51326 Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	268	4 449,54	1 192 477
3.00000 Construcción en túnel			PARCIAL		156 295 301
44.00000 Casa de máquinas					
0.21008 Excavación en roca a cielo abierto en cualquier estructura, utilizando explosivos controlados	m³	1	321300	123,22	39 590 586
0.21165 Sobreacarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación en generación y excedencias (4 km)	m³-km	5	1285200	4,92	6 323 184
0.51175 Concreto en muros de casa de máquinas exterior. Incluye cemento	m³	4	11615	1 965,27	22 826 811
0.51326 Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	1162	4 449,54	5 170 365
0.51166 Concreto en primeros colados de casa de máquinas exterior. Incluye cemento	m³	4	4890	1 311,04	6 415 387
0.51326 Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	489	4 449,54	2 175 825
0.51180 Concreto en segundos colados y carcasa de casa de máquinas exterior. Incluye cemento	m³	4	9250	1 400,64	12 955 920
0.51326 Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	925	4 449,54	4 115 825

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (M)	IMPORTE TOTAL (M\$)
0.41265	Barrenación en roca de Ø=3" para drenaje ejecutada a cielo abierto y longitud de 12 m en desvío, generación y excedencias	m	3	18238	174,23	3 177 607
0.41175	Suministro, barrenación de Ø=2 1/2", habilitación, colocación e inyección de anclas de fricción de Ø=1" a cielo abierto y longitud de 60 a 90 m en generación y excedencias	m	3	9181	285,60	2 622 094
0.4118	Suministro, barrenación de Ø=3", habilitación, colocación e inyección de anclas de fricción de Ø=1 1/2" a cielo abierto y longitud de 90 a 120 m en generación y excedencias	m	3	23393	468,10	10 950 283
0.41115	Suministro y colocación de malla electrosoldada en túneles para el desvío, generación y excedencias	m ²	3	29170	68,03	1 926 689
0.41285	Mortero lanzado en obras de generación y excedencias	m ³	3	1459	2 293,47	3 346 173
0.4108	Barrenación en roca de Ø=2 1/2" en túnel incluye inyección de contacto concreto-roca y cemento en desvío	m	3	388	1 897,65	736 288
0.41335	Inyección de consolidación para lapeto, de 3 a 5 m de profundidad	m ³	3	137	2 274,16	311 560
4.00000	Casa de máquinas			PARCIAL		122 644 377

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (R\$)	IMPORTE TOTAL (R\$)
45.00000	Tubo de aspiración					
0.51235	Concreto en muros de túneles de aspiración. Incluye cemento	m³	4	1883	1 494,35	2 813 861
0.51326	Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	189	4 449,54	840 963
0.51240	Concreto en losas de piso de túneles de aspiración. Incluye cemento	m³	4	810	840,94	681 161
0.51326	Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	49	4 449,54	218 027
0.51220	Concreto en muros de túnel de desfogue. Incluye cemento	m³	4	3691	1 015,53	3 748 321
0.51326	Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	370	4 449,54	1 646 330
0.51160	Concreto en primeros colados de casa de máquinas exterior. Incluye cemento	m³	4	7625	1 311,94	10 003 543
0.51326	Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	763	4 449,54	3 394 999
0.51160	Concreto en segundos colados y carcasa de casa de máquinas exterior. Incluye cemento	m³	4	7660	1 400,64	10 728 902
0.51326	Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	766	4 449,54	3 408 348
5.00000	Tubo de aspiración			PARCIAL		37 484 458
46.00000	Pozo y/o cámara de oscilación					
0.21060	Excavación para galería de oscilación	m³	1	1000	180,56	180 560
0.21065	Excavación en túneles de buses	m³	1	19800	1 506,09	29 820 582
0.21165	Sobrecarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación en generación y excedencias (4 km)	m³-km	5	83200	4,92	409 344
0.41270	Barrenación en roca para drenaje de Ø=3" en excavaciones subterráneas y longitud de 0 a 9.0m en desvío, generación y excedencias	m	3	1152	176,87	202 602
0.4119	Suministro, barrenación de Ø=2 1/2", habitación, colocación e inyección de anclas de fijación de Ø=1" en excavaciones subterráneas y longitud de 4.0 a 8.0 m en generación y excedencias	m	3	1152	342,57	394 641
0.41115	Suministro y colocación de malla electrosoldada en túneles para el desvío, generación y excedencias	m²	3	1822	66,03	120 307
0.41105	Mortero lanzado en galerías para el desvío. Incluye cemento	m³	3	01	2 574,81	234 308
0.51195	Concreto en muros de cámara de oscilación. Incluye cemento	m³	4	5850	1 420,79	8 346 722
0.51326	Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	585	4 449,54	2 602 981
0.51200	Concreto en losas de piso de cámara de oscilación. Incluye cemento	m³	4	1770	823,70	1 467 949
0.51326	Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	177	4 449,54	787 569
6.00000	Pozo y/o cámara de oscilación			PARCIAL		44 557 563
47.00000	Desfogues					
0.21005	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en grandes masas	m³	1	607500	48,28	29 330 100

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (U\$)	IMPORTE TOTAL (U\$)
0.21165	Sobrecarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación en generación y excedencias (4 km)	m³-km	5	2430000	4,92	11 955 600
0.51250	Concreto en muro separador del vertedor. Incluye cemento	m³	4	221	1 163,88	257 217
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	22	4 449,54	97 890
0.51226	Concreto en planilla de desfogue Incluye cemento	m³	4	3850	813,02	3 130 127
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	230	4 449,54	1 023 394
0.51221	Concreto en muros de desfogue Incluye cemento	m³	4	1890	1 015,53	1 919 352
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	114	4 449,54	507 248
0.41270	Barranación en roca para drenaje de Ø=3" en excavaciones subterráneas y longitud de 6 a 9.0m en desvío, generación y excedencias	m	3	9520	175,87	1 674 282
0.4119	Suministro, barranación de Ø=2½", habilitación, colocación e inyección de anclas de fijación de Ø=1" en excavaciones subterráneas y longitud de 40 a 60 m en generación y excedencias	m	3	7313	342,57	2 505 214
0.41115	Suministro y colocación de malla electrosoldada en tablas para el desvío, generación y excedencias	m²	3	15234	66,03	1 005 901
0.41095	Mortero lanzado en tablas para el desvío. Incluye cemento	m³	3	762	2 335,02	1 779 265
7.00000	Desfogue		PARCIAL			55 185 611
40.00000	PLANTA HIDROELÉCTRICA			TOTAL		449 866 305
50.00000	OBRA DE EXCEDENCIAS					
51.00000	Dispositivo de entrada a la Estructura de control					
0.21005	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en grandes masas	m³	1	2397498	48,28	115 751 203
0.21165	Sobrecarreo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación en generación y excedencias (4 km)	m³-km	5	958992	4,92	47 182 761
0.51275	Concreto en losas de piso de los canales del vertedor. Incluye cemento	m³	4	366	1 097,14	401 553
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	22	4 449,54	97 890
0.51255	Concreto en muros laterales del vertedor. Incluye cemento	m³	4	419	1 248,30	523 038
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	25	4 449,54	111 239
0.41270	Barranación en roca para drenaje de Ø=3" en excavaciones subterráneas y longitud de 6 a 9.0m en desvío, generación y excedencias	m	3	53803	175,87	9 462 334
0.41115	Suministro y colocación de malla electrosoldada en tablas para el desvío, generación y excedencias	m²	3	86085	66,03	5 684 193
0.41095	Mortero lanzado en tablas para el desvío. Incluye cemento	m³	3	4305	2 335,02	10 052 281

CLAVE CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (N°)	IMPORTE TOTAL (N°)
0.41175 Suministro, barrenación de $\varnothing=2\frac{1}{2}$ ", habitación, colocación e inyección de anclas de fricción de $\varnothing=1"$ a cielo abierto y longitud de 6.0 a 9.0 m en generación y excedencias	m	3	56998	285.60	16 278 629
0.4118 Suministro, barrenación de $\varnothing=3"$, habitación, colocación e inyección de anclas de fricción de $\varnothing=1\frac{1}{2}"$ a cielo abierto y longitud de 9.01 a 12.0 m en generación y excedencias	m	3	51287	468.10	24 007 445
1.00000 Dispositivo de entrada a la Estructura de control			PARCIAL		229 552 544
52.00000 Estructura de control					
0.21005 Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material en grandes masas	m ³	1	132125	48.28	6 378 095
0.21070 Excavación en dentellones	m ³	1	500	363.72	181 860
0.21080 Excavación en zanja para drenaje en taludes y piletas	m ³	1	640	287.04	183 706
0.21165 Sobreacarrea en km subsiguientes al primero del material producido de excavación en generación y excedencias (4 km)	m ³ -km	5	533050	4.92	2 622 655
0.41290 Barrenación en roca de $\varnothing=2\frac{1}{2}"$ e inyección de consolidación a cielo abierto de 6 a 20 m en generación y excedencias	m	3	5000	2973.25	14 886 250
0.41335 Inyección de consolidación para tapete, de 3 a 5 m de profundidad	m ³	3	1760	2 274.16	4 002 622
0.51260 Concreto en cimacio. Incluye cemento	m ³	4	8137	897.84	7 305 724
0.51320 Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	488	4 449.54	2 171 376
0.51245 Concreto en pilas del vertedor y esbidos. Incluye cemento	m ³	4	12984	842.06	10 944 993
0.51326 Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	1947	4 449.54	8 663 254
6.51265 Concreto en puente de marlabras. Incluye cemento	m ³	4	308	1 750.09	539 028
0.51320 Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	31	4 449.54	137 936
0.51275 Concreto en losas de piso de los canales del vertedor. Incluye cemento	m ³	4	6305	1 097.14	6 917 468
0.51326 Suministro, habitación y colocación de acero de refuerzo	t	8	378	4 449.54	1 681 928
2.00000 Estructura de control			PARCIAL		66 597 681
53.00000 Caudales de descarga					
0.21005 Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en grandes masas	m ³	1	514188	48.28	24 824 897
0.21165 Sobreacarrea en km subsiguientes al primero del material producido de excavación en generación y excedencias (4 km)	m ³ -km	5	2056752	4.92	10 119 220
0.41270 Barrenación en roca para drenaje de $\varnothing=3"$ en excavaciones subterráneas y longitud de 6 a 9.0m en desvío, generación y excedencias	m	3	9204	175.87	1 618 707
0.41175 Suministro, barrenación de $\varnothing=2\frac{1}{2}"$, habitación, colocación e inyección de anclas de fricción de $\varnothing=1"$ a cielo abierto y longitud de 6.0 a 9.0 m en generación y excedencias	m	3	13715	285.60	3 917 004
0.41115 Suministro y colocación de mala electrosoldada en taludes para el desvío, generación y excedencias	m ²	3	14087	66.03	930 165

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (M)	IMPORTE TOTAL (M)
0.41095	Molero incluido en túneles para el desvío. Incluye cemento	m³	3	714	2 335.02	1 667 204
0.41290	Barrenación en roca de Ø=2 1/2" e inyección de consolidación a cielo abierto de 6 a 20 m en generación y excedencias	m	3	4063	2 973.25	12 080 315
0.51275	Concreto en losas de piso de los canales del vertedor. Incluye cemento	m³	4	8800	1 097.14	9 654 832
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	l	8	528	4 449.54	2 349 357
0.51255	Concreto en muros laterales del vertedor. Incluye cemento	m³	4	3473	1 248.30	4 335 346
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	l	8	209	4 449.54	929 954
3.00000	Canales de descarga			PARCIAL		72 427 100
56.00000	Cubeta deflectora					
0.21005	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en grandes masas	m³	1	21750	48.28	1 050 090
0.21165	Solvecaireo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación en generación y excedencias (4 km)	m³.km	5	87000	4.92	428 040
0.51275	Concreto en losas de piso de los canales del vertedor. Incluye cemento	m³	4	244	1 097.14	267 702
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	l	8	15	4 449.54	66 743
0.51255	Concreto en muros laterales del vertedor. Incluye cemento	m³	4	665	1 248.30	830 120
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	l	8	40	4 449.54	177 982
0.51270	Concreto en cubeta deflectora Incluye cemento	m³	4	9608	1 249.69	12 007 022
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	l	8	576	4 449.54	2 562 935
0.41290	Barrenación en roca de Ø=2 1/2" e inyección de consolidación a cielo abierto de 8 a 20 m en generación y excedencias	m	3	4063	2 973.25	12 080 315
0.41335	Inyección de consolidación para tapeta, de 3 a 5 m de profundidad	m³	3	1430	2 274.16	3 252 049
6.00000	Cubeta deflectora			PARCIAL		32 722 996
60.00000	OBRA DE EXCEDENCIA			TOTAL		401 100 332
60.00000	SUBESTACIÓN ELEVADORA					
61.00000	Subestación Elevadora (obra civil)					
0.21005	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material, en grandes masas	m³	1	13500	48.28	651 780
0.21165	Solvecaireo en km subsiguientes al primero del material producido de excavación en generación y excedencias (4 km)	m³.km	5	54000	4.92	265 640
0.5102	Concreto simple Fc=200 kg/cm² en bloques para planchas en túneles de desvío y plafonías Incluye cemento	m³	4	432	940.31	406 214
0.51326	Suministro, habilitación y colocación de acero de refuerzo	l	8	28	4 449.54	115 688
1.00000	Subestación Elevadora (obra civil)			PARCIAL		1 439 362
80.00000	SUBESTACIÓN ELEVADORA			TOTAL		1 439 362
70.00000	AFECCIONES					

CLAVE CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (N\$)	IMPORTE TOTAL (N\$)
71.00000 Afectaciones, Reacomodos y Ecología					
0.60196 Estudios de impacto ambiental	lote	9	1	63 972 614,00	63 972 614
0.60197 Valor de restitución de viviendas y desarrollo social	lote	9	1	223 821 918,00	223 821 918
1.00000 Afectaciones, Reacomodos y Ecología			PARCIAL		287 794 532
70.00000 AFECTACIONES			TOTAL		<u>287 794 532</u>

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (N\$)	IMPORTE TOTAL (N\$)
-------	----------	--------	------------	----------	-------------	---------------------

OBRA ELECTROMECÁNICA

20 00000 OBRA DE DESVÍO

25 00000 Estructura de control

0.60210 Compuerta tipo AGUJA, de 16.00 m de ancho, 1.00 m de altura de cada elemento, de 30.00m de carga máxima (hidrostática, 34.00m desde dos veces la altura de la compuerta hasta el piso de mainelras y 16 número de elementos Inckrye guías y mecanismo de izaje

0.60230	Transporte y montaje de la compuerta	pieza	11	2	5 658 389.00	11 316 778
0.60250	Grúa PÓRTICO para soportar 8.51 de peso	lote	12	1	2 829 195.00	2 829 195
0.60275	Transporte y montaje Grúa de pórtico	pieza	11	1	190 777.00	190 777
0.60253	Partes fijas para compuerta deslizante para cierre final de 7 m de ancho, 14 de altura, 137m carga y partes fijas del mecanismo de izaje	pieza	12	1	38 150.00	38 156
0.60278	Transporte y montaje de las partes fijas de la compuerta	pieza	11	1	263 205.00	263 205
5.00000	Estructura de control	pieza	12	1	65 801.00	65 801
				PARCIAL		14 703 912
20.00000	OBRA DE DESVÍO			TOTAL		14 703 912

CLAVE CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (M)	IMPORTE TOTAL (M)
----------------	--------	------------	----------	-----------	-------------------

40.00000 PLANTA HIDROELECTRICA

42.00000 Estructura de control

0.60211	Compuerta tipo AGUJA, de 5,70 m de ancho, 1,00 m de altura de cada elemento, de 58.00 m de carga máxima hidrostática, 47,00 m desde dos veces la altura de la compuerta hasta el piso de maniobras y 8 el número de elementos. Incluye guías y mecanismo de izaje	pieza	11	1	3 645 536,00	3 645 536
0.60233	Transporte y montaje de la compuerta	lote	12	1	911 384,00	911 384
0.60199	Compuerta VAGÓN de 5,70 de ancho, 8 m de altura, 58m de carga máxima hidrostática, 47 m desde dos veces la altura de la compuerta hasta el piso de maniobras incluye el mecanismo de izaje, los equipos de control y las guías.	pieza		3	8 475 570,00	25 428 710
0.60234	Transporte y montaje de la compuerta	lote	12	1	6 356 805,00	6 356 805
0.60235	Rejilla de 12,40 m de ancho por 20,50 m de altura, y 61 000 l de peso	pieza	11	3	158 860,00	476 580
0.60240	Transporte y montaje de la rejilla	lote	12	1	95 316,00	95 316
0.60261	Guía PÓRTICO para soportar 7 t de peso	pieza	11	1	157 111,00	157 111
0.60276	Transporte y montaje Guía de pórtico	pieza	12	1	31 422,00	31 422
2.00000	Estructura de control		PARCIAL			37 100 864

43.00000 Conducciones

0.51340	Pozo de oscilación exterior de 14,5 m de diámetro, 30,00 m de altura y 419 000 l incluye transporte y montaje	pieza	10	3	15 484 319,00	46 452 067
0.60135	Tubería de presión exterior de 7,25 m de diámetro, 248 m de longitud y 806 l incluye transporte y montaje	pieza		3	17 291 367,00	51 874 101
3.00000	Conducciones		PARCIAL			98 327 058

44.00000 Casa de máquinas

0.60140	Turbina tipo FRANCIS de 262,20 MW de capacidad, carga de diseño de 129,94 m, velocidad de rotación de 128,6 rpm y gasto de diseño de 221 000 m³/s. Incluye flecha clamacera, guía, regulador de velocidad, sistema de aceite lubricante y de control	pieza	11	3	88 658 783,00	265 678 349
0.60165	Transporte, montaje y pruebas preoperacionales de la turbina	lote	12	1	79 702 905,00	79 702 905
0.60170	GENERADOR de 268,42 MVA de capacidad, frecuencia de 60 cps, de 48 polos y velocidad de rotación de 150 rpm Incluye flecha clamacera y guía de carga	pieza	11	3	122 644 957,00	367 934 871
0.60175	Transporte, montaje y pruebas preoperacionales del generador	lote	12	1	110 380 462,00	110 380 462
0.60245	Guía VIAJERA para soportar generador de 268,42 MVA de capacidad y velocidad de rotación de 128,60 rpm	pieza	11	1	16 608 197,00	16 608 197
0.60246	Transporte y montaje de la guía	lote	12	1	4 152 049,00	4 152 049
0.60200	Equipos varios de la central	lote	11	1	49 883 064,00	49 883 064
0.60205	Transporte y montaje de equipos varios de la central	lote	12	1	14 064 919,00	14 064 919
4.00000	Casa de máquinas		PARCIAL			909 302 816

CLAVE CONCEPTO	UNIDAD	N° CONTROL	CANTIDAD	P. U. (P/\$)	IMPORTE TOTAL (P/\$)
47.00000 Desfogue					
0.60212 Compuerta tipo AGUJA, de 7.50 m de ancho, 1.0 m de altura de cada elemento, de 29.00 m de carga máxima hidrostática, 1.02 m desde dos veces la altura de la compuerta hasta el piso de maniobras y 8 el número de elementos Incluye guías y mecanismo de izaje	pieza	11	6	2 099 550.00	17 097 300
0.60231 Transporte y montaje de la compuerta	lote	12	1	4 499 325.00	4 499 325
9.60252 Grúa PÓRTICO para soportar 5 t de peso	pieza	11	1	112 222.00	112 222
0.60277 Transporte y montaje Grúa de pórtico	pieza	12	1	22 444.00	22 444
7.00000 Desfogue			PARCIAL		22 631 291
40.00000 PLANTA HIDROELÉCTRICA			TOTAL		1067 362 029
50.00000 OBRA DE EXCEDENCIAS					
52.00000 Estructura de control					
0.60213 Compuerta tipo AGUJA, de 13.6 m de ancho, 1.46 m de altura de cada elemento, de 17.57 m de carga máxima hidrostática, 0.00 m desde dos veces la altura de la compuerta hasta el piso de maniobras y 12 el número de elementos, Incluye guías y mecanismo de izaje	pieza	11	1	3 755 687.00	3 755 687
0.60232 Transporte y montaje de la compuerta	lote	12	1	938 922.00	938 922
0.60225 Compuerta tipo RADIAL de 13.60 m de ancho, 17.57 m de altura, de 17.57 m de carga máxima hidrostática. Incluye el mecanismo de izaje, los equipos de control y sus guías	pieza	11	3	5 849 562.00	17 548 686
0.51341 Transporte y montaje de la compuerta	lote	10	1	4 387 171.00	4 387 171
0.60251 Grúa PÓRTICO para soportar 7 t de peso	pieza	11	1	167 111.00	167 111
0.60276 Transporte y montaje Grúa de pórtico	pieza	12	1	31 422.00	31 422
2.00000 Estructura de control			PARCIAL		26 818 999
50.00000 OBRA DE EXCEDENCIAS			TOTAL		26 818 999
60.00000 SUBESTACIÓN ELEVADORA					
62.00000 Subestación Elevadora (EEM)					
0.60180 Subestación elevadora tipo ENCAPSULADA de SF6 Incluye costo por banco de transformadores, material y equipo de instalación permanente, así como transporte y montaje	lote	11	1	341 870 084.00	341 870 084
2.00000 Subestación Elevadora (EEM)			PARCIAL		341 870 084
60.00000 SUBESTACIÓN ELEVADORA			TOTAL		341 870 084

P.H.La Parota, Gro.

Alternativa: ECCC, C.M.exterior y CONDUCCIÓN subterránea

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

Potencia instalable: 765 MW

Precios en nuevos pesos de: Junio 1995

Cuenta	Concepto	Importe en N\$
10.00000	INFRAESTRUCTURA	239 314 320
20.00000	OBRA DE DESVÍO	410 463 162
30.00000	OBRA DE CONTENCIÓN	1 065 153 527
40.00000	PLANTA HIDROELÉCTRICA (Incluye subestación elevadora)	451 105 667
50.00000	OBRA DE EXCEDENCIAS	401 300 332
70.00000	AFECTACIONES	287 794 532
	TOTAL OBRA CIVIL	2 855 131 541
20.00000	OBRA DE DESVÍO	14 703 912
40.00000	PLANTA HIDROELÉCTRICA (Incluye subestación elevadora)	1 409 232 113
50.00000	OBRA DE EXCEDENCIAS	26 818 999
	TOTAL OBRA ELECTROMECÁNICA	1 450 755 024
	COSTO DIRECTO DEL PROYECTO	4 305 886 565
90.00000	IMPREVISTOS (15 %)	645 882 985
80.00000	SUPERVISIÓN Y ADMINISTRACIÓN (10 %)	495 176 955
	PROYECTO TOTAL	5 446 946 504

P.H.La Parota, Gro.

Alternativa: ECCC, C.M.exterior y CONDUCCIÓN subterránea

RESUMEN DE CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO DE LA OBRA CIVIL¹⁾

Precios en nuevos pesos de: Junio 1995

ESTRUCTURA	VOLUMEN (m ³)	COSTO (N\$)	% RELATIVO
INFRAESTRUCTURA			
Excavaciones	50 000	2 414 000	1
Concretos	181	125 945	0
Obras diversas	0	236 774 375	99
Total parcial	50 181	239 314 320	100
OBRA DE DESVÍO			
Excavaciones	2 152 134	198 608 180	48
Terracerías	945 950	32 829 965	8
Concretos	90 611	99 240 193	24
Tratamientos		79 784 824	19
Total parcial		410 463 162	100
OBRA DE CONTENCIÓN			
Excavaciones	1 024 500	68 008 370	6
Terracerías	14 288 888	757 541 763	71
Concretos	111 540	145 229 690	14
Tratamientos		94 373 704	9
Total parcial		1 065 153 527	100
PLANTA HIDROELÉCTRICA²⁾			
Excavaciones	1 196 520	164 618 923	36
Terracerías	0	0	0
Concretos	109 907	235 736 697	52
Tratamientos		50 750 047	11
Total parcial		451 105 667	100
OBRA DE EXCEDENCIAS			
Excavaciones	3 066 701	208 723 526	52
Terracerías	0	0	0
Concretos	51 309	72 677 415	18
Tratamientos		119 899 391	30
Total parcial		401 300 332	100
TOTAL			
Excavación	7 489 855	642 372 999	25
Terracerías	15 234 838	790 371 728	31
Concretos	363 548	553 009 940	22
Tratamientos		581 582 341	23
Total alternativa		2 567 337 009	100

¹⁾ No incluye afectaciones

²⁾ Incluye subestación elevadora

P.H. La Parota, Gro.

Alternativa: ECCC, C.M. exterior y CONDUCCIÓN subterránea

COSTO DEL kWh NIVELADO

Precios en nuevos pesos de: Junio 1995

DATOS GENERALES:

AÑO DE INICIO DE CONSTRUCCIÓN	1
AÑO DE TERMINACIÓN DE CONSTRUCCIÓN	5
AÑO DE INICIO DE OPERACIÓN	5
VIDA ÚTIL DEL PROYECTO (años)	50

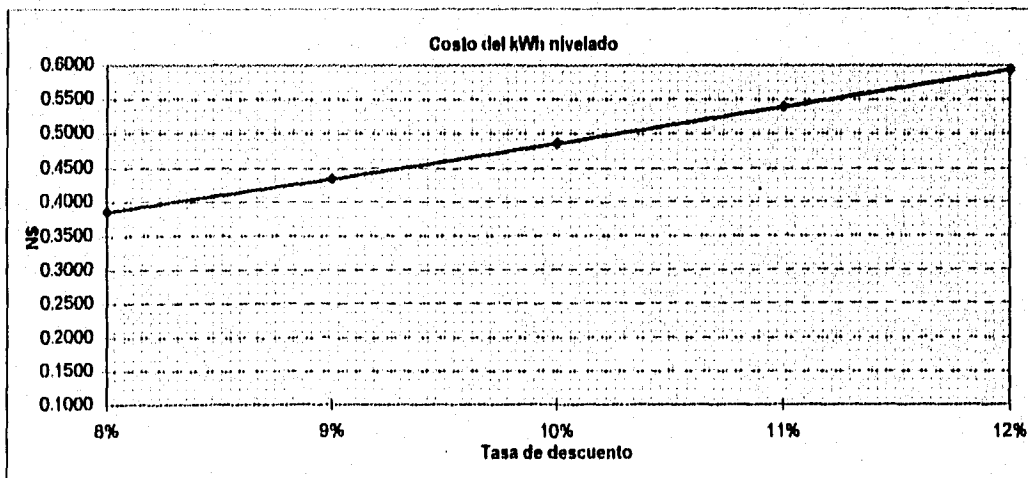
AÑO	INVERSIÓN (Millones de N\$)
1	1 203.775
2	1 552.380
3	1 192.881
4	980.450
5	517.460
6	0.000
7	0.000
INVERSIÓN TOTAL	5 446.947

Generación media anual total (GWh)	1 332
Número de unidades turbogeneradoras	3
Potencia total instalable (MW)	765

RESULTADOS :

Costo del kW Instalable (N\$) 7 120.19

	COSTO DEL kWh NIVELADO (N\$/kWh)				
	8%	9%	10%	11%	12%
Tasa anual del:					
Inversión	0.3728	0.4218	0.4728	0.5256	0.5801
Operación y mantenimiento	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125
Por uso del agua	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
Total	0.3861	0.4351	0.4860	0.5389	0.5934



P.H. La Parota, Gro.

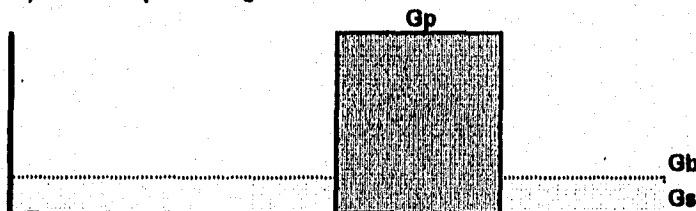
CÁLCULO DE GENERACIONES

DATOS		
Generación total	1 332.00	(GWh-anual)
Generación secundaria	221.00	(GWh-anual)
Generación firme	1 111.00	(GWh-anual)
Potencia instalable	765.00	(MW)
Número de unidades	3	
Consumo específico	0.4951	m ³ /kWh
Valor de la Energía 1995		
Firme Dentro de Pico	0.7624	N\$/kWh
Firme Fuera de Pico	0.2790	N\$/kWh
Secundaria	0.1873	N\$/kWh
Número de horas al día de operación	4	
Número de días a la semana de operación	6	
Número de semanas al año de operación	52	

Nº	Generación pico	Generación secundaria	Generación base	Potencia base	Potencia pico
1	954.7200	377.2800	156.2800	17.8402	747.1598
2	932.4555	399.5445	178.5445	20.3818	744.6182
3	929.2835	402.7165	181.7165	20.7439	744.2561
4	928.8316	403.1684	182.1684	20.7955	744.2045
5	928.7672	403.2328	182.2328	20.8028	744.1972
6	928.7581	403.2419	182.2419	20.8039	744.1961
7	928.7568	403.2432	182.2432	20.8040	744.1960
8	928.7566	403.2434	182.2434	20.8040	744.1960
9	928.7566	403.2434	182.2434	20.8040	744.1960
10	928.7566	403.2434	182.2434	20.8040	744.1960

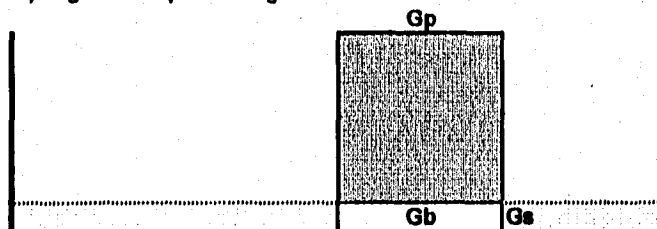
Cálculo de los beneficios brutos anuales

a) Primer esquema de generación



	(millones de N\$)
Beneficio bruto anual	798.5162
Beneficio neto anual	780.8307

b) Segundo esquema de generación



	(millones de N\$)
Beneficio bruto anual	800.2872
Beneficio neto anual	782.6017
Beneficio neto anual a considerar	782.6017

P.H. La Parota, Gro.
Alternativa: ECCC, C.M. exterior y CONDUCCIÓN subterránea
Indicadores Económicos
Precios en nuevos pesos de: Junio 1995

Año	Inversión (millones de N\$)	Beneficios (millones de N\$)	Diferencia(b-I) (millones de N\$)	Valor actualizado (millones de N\$)	Valor acumulado (millones de N\$)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	1 203.775	0.000	- 1 203.775	- 1 094.341	- 1 094.341
2	1 552.380	0.000	- 1 552.380	- 1 282.958	- 2 377.300
3	1 192.881	0.000	- 1 192.881	- 806.220	- 3 273.529
4	980.450	0.000	- 980.450	- 689.061	- 3 943.190
5	517.460	782.602	265.142	164.832	- 3 778.558
6	0.000	782.602	782.602	441.758	- 3 336.799
7	0.000	782.602	782.602	401.508	- 2 935.201
8	0.000	782.602	782.602	365.089	- 2 570.111
9	0.000	782.602	782.602	331.900	- 2 238.212
10	0.000	782.602	782.602	301.727	- 1 936.485
11	0.000	782.602	782.602	274.297	- 1 662.188
12	0.000	782.602	782.602	249.361	- 1 412.827
13	0.000	782.602	782.602	226.892	- 1 186.135
14	0.000	782.602	782.602	206.083	- 980.052
15	0.000	782.602	782.602	187.340	- 792.703
16	0.000	782.602	782.602	170.317	- 622.386
17	0.000	782.602	782.602	154.834	- 467.553
18	0.000	782.602	782.602	140.758	- 326.795
19	0.000	782.602	782.602	127.992	- 198.833
20	0.000	782.602	782.602	116.329	- 82.504
21	0.000	782.602	782.602	105.763	23.249
22	0.000	782.602	782.602	96.139	119.389
23	0.000	782.602	782.602	87.400	206.786
24	0.000	782.602	782.602	79.454	286.242
25	0.000	782.602	782.602	72.231	358.473
26	0.000	782.602	782.602	65.605	424.138
27	0.000	782.602	782.602	59.695	483.833
28	0.000	782.602	782.602	54.206	538.101
29	0.000	782.602	782.602	49.335	587.436
30	0.000	782.602	782.602	44.850	632.285
31	0.000	782.602	782.602	40.773	673.058
32	0.000	782.602	782.602	37.066	710.124
33	0.000	782.602	782.602	33.698	743.820
34	0.000	782.602	782.602	30.633	774.453
35	0.000	782.602	782.602	27.848	802.301
36	0.000	782.602	782.602	25.317	827.818
37	0.000	782.602	782.602	23.015	850.833
38	0.000	782.602	782.602	20.823	871.556
39	0.000	782.602	782.602	19.021	890.576
40	0.000	782.602	782.602	17.292	907.898
41	0.000	782.602	782.602	15.729	923.587
42	0.000	782.602	782.602	14.291	937.878
43	0.000	782.602	782.602	12.991	950.899
44	0.000	782.602	782.602	11.810	962.680
45	0.000	782.602	782.602	10.737	973.416
46	0.000	782.602	782.602	9.761	983.177
47	0.000	782.602	782.602	8.873	992.050
48	0.000	782.602	782.602	8.067	1 000.117
49	0.000	782.602	782.602	7.333	1 007.450
50	0.000	782.602	782.602	6.667	1 014.117
51	0.000	782.602	782.602	6.061	1 020.177
52	0.000	782.602	782.602	5.510	1 025.687
53	0.000	782.602	782.602	5.009	1 030.696
54	0.000	782.602	782.602	4.553	1 035.249

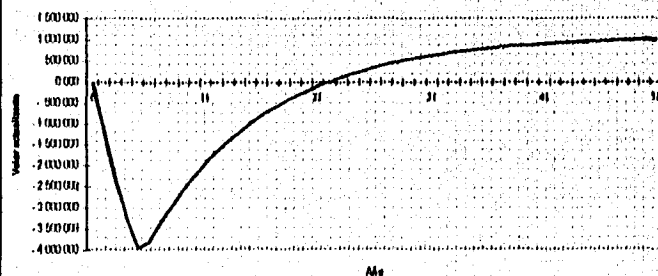
DATOS

Tasa de descuento : 10%

RESULTADOS

Valor presente de Inversiones VPI : 4 264.492
 Valor presente de beneficios VPB : 5 278.608
 Relación beneficio/costo : 1.238
 Valor presente neto VPN : 1 014.117
 Valor anual equivalente VAE : 102.203
 Año de recuperación del capital ARC : 21.780
 Tasa interna de retorno TIR : 12.11%

EVOLUCIÓN DEL VALOR ACTUALIZADO



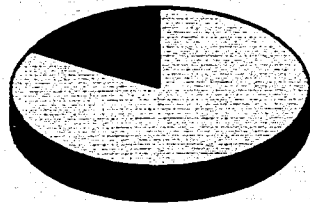
P.H.La Parota, Gro.

Alternativa: ECCC, C.M.exterior y CONDUCCIÓN subterránea
RESUMEN TÉCNICO-ECONÓMICO

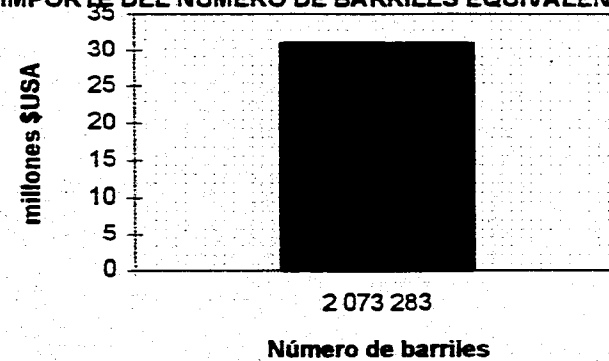
Precios en nuevos pesos de: Junio 1995

Potencia (MW)	Generación anual (GWh)		Inversión		Nº de años de construcción
	Firme	Secundaria	millones NS	millones S USA	
765.00	1 111.00	221.00	5 446.95	898.26	5

Costo del kW instalable		Costo del kWh nivelado (10%)		Indicadores Económicos			Barriles de petróleo equivalentes anuales		
NS	S USA	NS	cents. SUSA	B/C	ARC	TIR (%)	Nº	millones NS	millones SUSA
7 120.19	1 174.19	0.4860	8.02	1.24	22	12.11	2 073 283	188.58	31.10



IMPORTE DEL NÚMERO DE BARRILES EQUIVALENTES



ANÁLISIS FINANCIERO

P.H. La Parota, Gro.

Alternativa: ECCC, C.M. exterior y CONDUCCIÓN subterránea

Análisis a 1986 en millones de \$USA

Saldo inicial:	888.28
Intereses preoperativos:	0
Seguros:	0
Fianzas:	0
Comisiones:	0
Otros:	0
TOTAL:	888.28

Tasa de interés anual (%):	8.14
Período capitalizable:	Anual
Tasa de interés del período (%):	8.14
Número de períodos:	10

MÉTODO DE AMORTIZACIONES IGUALES				
Período	Saldo	Intereses	Amortizaciones	Pago total
1	888.28	73.12	89.83	162.84
2	808.43	65.81	89.83	155.63
3	718.61	58.49	89.83	148.32
4	628.78	51.18	89.83	141.01
5	538.95	43.87	89.83	133.70
6	449.13	36.56	89.83	126.38
7	359.30	29.25	89.83	119.07
8	269.49	21.94	89.83	111.76
9	179.66	14.62	89.83	104.45
10	89.83	7.31	89.83	97.14
11	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00	0.00	0.00	0.00
33	0.00	0.00	0.00	0.00
34	0.00	0.00	0.00	0.00
35	0.00	0.00	0.00	0.00
36	0.00	0.00	0.00	0.00
37	0.00	0.00	0.00	0.00
38	0.00	0.00	0.00	0.00
39	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00
41	0.00	0.00	0.00	0.00
42	0.00	0.00	0.00	0.00
43	0.00	0.00	0.00	0.00
44	0.00	0.00	0.00	0.00
45	0.00	0.00	0.00	0.00
46	0.00	0.00	0.00	0.00
47	0.00	0.00	0.00	0.00
48	0.00	0.00	0.00	0.00
49	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo hidroeléctrico del país debe estar sujeto a la aplicación de una planeación adecuada y en base al gran potencial con que se cuenta constituye una opción económica para la generación de energía eléctrica.

La tesis desarrollada tiene por objeto el dar a conocer las metodologías con las que se cuenta para evaluar los proyectos hidroeléctricos en general y que permitan de un modo rápido conocer su rentabilidad aprovechando el gran avance que ha tenido el campo de la informática.

El programa SICOSTOS desarrollado en Excel 5.0 bajo el entorno de Windows, pretende ser una herramienta que permita tanto al analista como al inversionista, tener una respuesta rápida sobre la rentabilidad de los proyectos hidroeléctricos.

Anexo a la tesis va un diskette de 3 ½" conteniendo el programa SICOSTOS

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*, Raúl Coss Bu. Editorial Limusa.
- 2.- *Evaluación de proyectos*, G. Baca Urbina. Editorial Mc. Graw Hill.
- 3.- *Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos del Sector Eléctrico* (COPAR), Gerencia de Evaluación y Programación de Inversiones, 1995.
- 4.- *Análisis de estados financieros*, Nafinsa.
- 5.- *Evaluación económica de inversiones*, Rodrigo Varela V. Editorial Norma.
- 6.- *Evaluación financiera de proyectos de inversión*, Arturo Infante Villareal. Editorial Norma.
- 7.- *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*, Nafinsa.
- 8.- *Formulación y evaluación técnico-económica de proyectos industriales*, Fonel.
- 9.- *Avances del Sector Eléctrico 1989-1994* CFE.
- 10.- *Excel 5 para Windows, paso a paso*. Microsoft Press.
- 11.- *Microsoft Office*, José Antonio Ramalho. Editorial Mc. Graw Hill.
- 12.- *Manual de Microsoft Excel*, Microsoft.
- 13.- *Ingeniería Económica*, William E. Souder. Editorial Mc. Graw Hill.
- 14.- *Introducción al análisis de sistemas e investigación de operaciones*, Victor Gerez. Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería.
- 15.- *Planeación y administración de los recursos hidráulicos*, Helweg J.Otto. Editorial Limusa.
- 16.- *Evaluación financiera de proyectos en condiciones inflacionarias*, Carlos Uriegas. CAP.
- 17.- *Manual de proyectos de desarrollo económico*, Naciones Unidas.