

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

Instalación de una central de generación eléctrica de 75 MW a partir de vapor geotérmico bajo el esquema de productor independiente en el campo cerritos Colorados de Guadalajara, Jalisco

Autor: Armando Alejandro Aceves y Flores

**Tesis presentada para obtener el título de:
Maestro en Administración de Empresas [sic]**

**Nombre del asesor:
Joel Bonales Valencia**

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar, organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación "Dr. Silvio Zavala" que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo "Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada", se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





**INSTALACIÓN DE UNA CENTRAL
DE GENERACIÓN ELECTRICA DE 75 MW
A PARTIR DE VAPOR GEOTÉRMICO
BAJO EL ESQUEMA
DE PRODUCTOR INDEPENDIENTE
EN EL CAMPO CERRITOS COLORADOS
DE GUADALAJARA, JALISCO.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN.**

PRESENTA:

ARMANDO ALEJANDRO ACEVES Y FLORES.

ASESOR:

DR. JOEL BONALES VALENCIA.

RESUMEN.

En la ciudad de Guadalajara, Jalisco, se cuenta con una extensa zona industrial y un desarrollo turístico cuyos crecimientos son notables, haciendo que sus requerimientos de energía eléctrica sean también crecientes.

Actualmente la Comisión Federal de Electricidad no cuenta con los recursos suficientes para llevar a cabo la implementación de este proyecto, por lo que para suplir esta necesidad se requiere de la participación y capital de la industria local privada.

El presente trabajo demuestra y comprueba la Hipótesis planteada de instalar una Central de generación eléctrica de 75 MW a base de tres unidades de 25 MW cada una a base de vapor geotérmico en el campo geotérmico de Cerritos Colorados en Guadalajara, Jalisco, bajo el esquema de "Productor Independiente" lo cual resulta perfectamente factible de implementarse y que cubriría en parte la creciente necesidad de energía eléctrica en la zona de Guadalajara, contribuyendo de esta manera al desarrollo industrial y bienestar de los ciudadanos.

El suministro de energéticos derivados del petróleo tiene un costo muy elevado por no tener refinerías dentro del estado. Por tal motivo no se cuenta con Centrales de generación termoeléctrica dentro de territorio estatal. Dicha energía es enviada desde los estados de Colima, San Luis Potosí y Guanajuato.

De acuerdo a las tendencias de crecimiento, en promedio se estima un incremento en la demanda de 6.5% por año, durante los próximos 10 años.

Al instalar una Central de **75 MW** de potencia (590 Gigawatts – hora al año) basándose en vapor geotérmico extraído del campo “Cerritos Colorados”, ubicado en la periferia de la ciudad de Guadalajara se asegura cubrir el 9.7% del requerimiento promedio, sin utilizar combustibles derivados del petróleo lo que hace que su costo operativo se ubique al nivel de costo de las plantas hidroeléctricas generadoras. También se logra incrementar la reserva de energía para la ciudad. Y se logra reducir el índice de contaminación por no quemar combustibles fósiles.

SOLICITANTE DE TEMA DE TESIS

ARMANDO A. ACEVES Y FLORES

ASESOR DE TESIS

DOCTOR JOEL BONALES VALENCIA

AUTORIZA EL TEMA DE TESIS

LIC. y M.A. JAVIER MUÑOZ LARA.

INDICE	PÁGINA
Resumen	2
Introducción	7
Objetivo General	9
Justificación	9
Hipótesis	11
1.0 Marco Teórico	12
1.1 Generación Eléctrica	12
1.2 Vapor Geotérmico	12
1.3 Definición de Proyecto de Inversión	12
1.4 Partes que integran un Proyecto de Inversión	14
1.5 Estudio de Mercado	15
1.6 Estudio Técnico	17
1.7 Estudio Económico – Financiero	58
2.0 Marco Práctico	70
2.1 Definición de la empresa	70
2.2 Metodología de la Investigación	71
2.3 Estudio de Mercado	72
2.3.1 Zona de Influencia del Proyecto	73
2.3.2 Análisis de la Demanda	75
2.3.3 Análisis de la Oferta	81
2.3.4 Costos de Generación	84
2.3.5 Balance Demanda – Oferta	85
2.4 Aspectos Técnicos	88
2.4.1 Localización	88
2.4.2 Proceso Productivo	92
2.4.3 Requerimientos de Vapor	94
2.4.4 Criterios Ecológicos	97
2.5 Estudio Económico – Financiero del Caso	98

2.5.1 Plan de Financiamiento	98
2.5.2 Financiamiento para la Construcción	100
2.5.3 Financiamiento de Largo Plazo	101
2.5.4 Estimación de la Capacidad de Endeudamiento	105
2.5.5 Presupuesto de Ingresos	110
2.5.6 Presupuesto de Egresos	111
2.5.7 Estudio Financiero del Proyecto	112
3.0 Conclusiones y Recomendaciones	122

Bibliografía

INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica es un servicio que se encuentra estrechamente ligado a los estándares de la vida moderna, su aplicación es notablemente variada, tanto en el ámbito doméstico como en el industrial.

El estado de Jalisco y principalmente la ciudad de Guadalajara junto con sus municipios circunvecinos, conforman una de las zonas con mayor actividad económica y de nivel de vida medio alto, así como una de las regiones con mayor densidad de población en el país.

Guadalajara consume una gran cantidad de electricidad debido a su enorme actividad económica, pero esa energía consumida no se produce ahí, se le envía desde otros estados con sus concebidas grandes distancias, que se traducen a su vez en pérdidas de energía por la transmisión.

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) a través de su Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, inicia los estudios de exploración de energía alterna a la producida por combustión de hidrocarburos (geotérmica), en la década de los sesenta, los estudios de geología, geoquímica y geofísicos incluyen imágenes de satélite, fotografías aéreas; cubriendo un área de 200 kilómetros cuadrados. En enero de 1980 se inician los trabajos de perforación de los pozos exploratorios de vapor geotérmico así como los estudios correspondientes de Ingeniería de Yacimientos con la finalidad de confirmar la existencia de un reservorio geotérmico.

Derivado de evaluaciones del recurso, las cuales comprenden evaluaciones volumétricas y simulaciones numéricas, los resultados concluyen que es factible la instalación de por lo menos 90 MW en el campo geotérmico de Cerritos Colorados, el cual se encuentra a 16 Km., al oeste de la ciudad de Guadalajara. Su ubicación está sobre el eje Neovolcánico Mexicano que recorre el país de este a oeste.

OBJETIVO GENERAL

Demostrar que, el realizar una inversión económica para instalar y operar una Central de Generación Eléctrica a partir de vapor geotérmico en las inmediaciones de la ciudad de Guadalajara, resulta atractiva y altamente competitiva con respecto a las otras Fuentes de Suministro de la Energía Eléctrica tales como: la Generación Hidráulica, generación a base de combustibles fósiles, Solar, Eólica, etc.

JUSTIFICACIÓN

En la ciudad de Guadalajara, Jalisco, se cuenta con una extensa zona industrial, un acelerado crecimiento demográfico y un desarrollo turístico notable, haciendo que sus requerimientos de energía eléctrica sean también crecientes.

El estado de Jalisco cuenta con 6 Centrales Hidroeléctricas, una turbogas y una de combustión interna. Con una capacidad instalada de **390 MW** la cual genera **497 Gigawatts – hora al año**. El suministro de energéticos derivados del petróleo tiene un costo muy elevado por no tener refinerías dentro del estado. Por tal motivo no se cuenta con Centrales de generación termoeléctrica dentro de territorio estatal. Dicha energía es enviada desde los estados de Colima, San Luis Potosí y Guanajuato.

La demanda de energía eléctrica de la ciudad de Guadalajara en el año 2001, fue de **6241 Gigawatts - hora**; se espera una demanda de **6665 Gigawatts - hora** para el 2002 (6.8% de incremento).

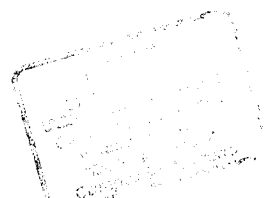
De acuerdo a las tendencias de crecimiento, en promedio se estima un incremento en la demanda de 6.5% por año, durante los próximos 10 años.

Al instalar una Central de **75 MW** de potencia (590 Gigawatts – hora al año), basándose en vapor geotérmico extraído del campo “Cerritos Colorados”, ubicado en la periferia de la ciudad de Guadalajara, se asegura cubrir el 4% del requerimiento para el 2002, sin utilizar combustibles derivados del petróleo, lo que hace que su costo operativo se ubique al nivel de costo de las plantas Hidroeléctricas generadoras. También se logra incrementar la reserva de energía para la ciudad. Y se logra reducir el índice de contaminación ambiental por no quemar combustibles fósiles.

La CFE cuenta en la actualidad con 15 pozos geotérmicos perforados y probados, los cuales pueden producir el vapor necesario para generar 90 MW. En este trabajo se pretende analizar la factibilidad de que se implemente el proyecto bajo la modalidad de **Pequeño Productor Independiente** asociando a Capitalistas de la ciudad de Guadalajara para **construir y operar una Central de 75 MW** en la cual se le compraría a CFE el vapor geotérmico y se le vendería la energía eléctrica generada.

En este proyecto se pretende calcular el tiempo de retorno de la inversión y el período conveniente para realizar un contrato de compra de vapor y venta de energía eléctrica, para hacer atractiva la inversión y la viabilidad de todo el proyecto

El suministro de energéticos derivados del petróleo tiene un costo muy elevado por no tener refinerías dentro del estado. Por tal motivo no se cuenta con centrales de generación termoeléctrica



dentro de territorio estatal. Dicha energía es enviada desde los estados de Colima, San Luis Potosí, Querétaro y Guanajuato.

La demanda de energía eléctrica de la ciudad de Guadalajara fue de **6241** Gigawatts - hora en el 2001; esperándose una demanda de **6665** Gigawatts - hora para el 2002 (6.8% de incremento).

En promedio se estima un **incremento en la demanda de 6.5%** por año, durante los próximos 10 años.

HIPÓTESIS

Al instalar una Central de **75 MW** de potencia (590 Gigawatts – hora al año) a partir de vapor geotérmico extraído del campo “Cerritos Colorados”, ubicado en la periferia de la ciudad de Guadalajara Jalisco, se asegura cubrir el 9.4% del requerimiento de energía eléctrica anual, sin utilizar combustibles derivados del petróleo lo que hace que su costo de operación se ubique al mismo nivel de costo que el de las plantas hidroeléctricas generadoras. Además se logra incrementar la reserva de energía para la ciudad y reducir el índice de contaminación ambiental, por no tener que quemar combustibles fósiles para lograr generar electricidad.

1.0.- MARCO TEÓRICO

1.1.-La generación eléctrica es la tecnología por medio de la cual se utiliza una energía primaria como es el vapor de agua, gases de combustión, agua, viento, combustión interna, para convertirla en energía eléctrica, que es el servicio que se suministra a los consumidores y que se encuentra estrechamente ligado a los estándares de la vida moderna, su aplicación es notablemente variada tanto en el ámbito domestico, como en el industrial.

1.2.-El vapor geotérmico es la fuente de energía primaria que se obtiene del subsuelo para transformarla en energía eléctrica y se extrae a través de pozos perforados ex profeso y conducirlo hasta una turbina accionada por el vapor de agua, que al girar mueve a un generador eléctrico directamente acoplado y se produce la energía eléctrica.

1.3 -Definición de Proyecto de Inversión

Descrito en forma general, es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre muchas, una necesidad humana.

En esta forma, puede haber diferentes ideas, inversiones de diverso monto, tecnología y metodologías con diverso enfoque, pero todas ellas destinadas a resolver las necesidades de los seres humanos en todas sus facetas, como pueden ser:

- ◆ Educación
- ◆ Alimentación

- ◆ Salud
- ◆ Ambiente
- ◆ Cultura
- ◆ Etcétera.

El Proyecto de Inversión se puede describir como un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, podrá producir un bien o un servicio, útil al ser humano y/o a la sociedad en general.

También podemos decir que: “Es la unidad de inversión menor que se considera en la programación”

Por lo general constituye un esquema coherente, desde el punto de vista técnico, cuya ejecución se encomienda a un organismo público o privado, que puede llevarse a cabo con independencia de otros proyectos”.

Conjunto de Datos, Cálculos y Dibujos, desarrollados en forma metodológica, que dan los parámetros de cómo ha de ser y cuanto ha de costar una obra o tarea, siendo sometidos a evaluaciones para fundamentar una decisión de aceptación y rechazo.

Basándose en lo anterior, podemos resumir que un Proyecto de Inversión es:

Un conjunto de planteamientos encaminados a la producción de un bien o a la prestación de un servicio, con el empleo de cierta metodología y con la convicción de obtener un determinado resultado traducido en desarrollo económico o beneficio social.

1.4.-Partes que integran un Proyecto de Inversión

Un Proyecto de Inversión está conformado generalmente por los siguientes niveles:

- ◆ Estudio General de gran visión
- ◆ Anteproyecto o Proyecto Preliminar
- ◆ Estudio de factibilidad o Proyecto Definitivo
- ◆ Proyecto Final

Dentro de lo que es el estudio de Factibilidad o Proyecto Definitivo se tienen las siguientes partes:

- ◆ Estudio de Mercado
- ◆ Estudio de Disponibilidad de Insumos
- ◆ Localización y Tamaño
- ◆ Ingeniería del Proyecto
- ◆ Inversión y Financiamiento
- ◆ Proyecciones Financieras
- ◆ Evaluación Financiera
- ◆ Evaluación Económico – Social
- ◆ Organización del Proyecto

El proceso de los Proyectos de Inversión, conjunta el trabajo multidisciplinario de: administradores, contadores, economistas, ingenieros, psicólogos, etc. a fin de conocer, explicar y proyectar en la complejidad de la realidad en donde se pretende introducir una nueva iniciativa de inversión, con el objeto de lograr mayores probabilidades de éxito. La intención innata de investigación y

análisis de estos profesionales, es detectar la posibilidad y definir el proceso de inversión en un sector social, región o país.

1.5.-Estudio de Mercado

Con este nombre se denomina a la primera parte de la investigación formal del Estudio de Factibilidad. Consta básicamente de la determinación y cuantificación de la demanda y de la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. Aunque la cuantificación de la oferta y la demanda pueden obtenerse fácilmente a través de fuentes de información secundarias, en algunos productos o servicios, siempre es recomendable la investigación de las fuentes primarias, ya que proporciona información directa, actualizada y mucho más confiable que cualquier otro tipo de fuente de datos.

El objetivo primordial de esta investigación es verificar la posibilidad real de penetración del producto o servicio en un mercado determinado. Al final del estudio meticuloso y bien realizado, el investigador de mercado, podrá sensibilizarse de tal forma que “sienta” el riesgo que se corre y determinar con mucha aproximación la posibilidad de éxito que habrá con la venta de un nuevo producto o servicio o con la existencia de un nuevo competidor en el mercado.

A pesar de que hay factores intangibles importantes como es el riesgo, que no es cuantificable pero que puede “percibirse”, esto no implica que no se apliquen estudios cuantitativos. Por el contrario, los datos recabados en la investigación de campo

(principalmente en fuentes primarias) serán la base para una buena toma de decisiones.

El estudio de mercado también es útil para prever una política adecuada de precios, estudiar la mejor forma de comercializar el producto y contestar la primera pregunta importante del estudio: ¿Existe un mercado viable para el producto o servicio que se pretende elaborar?

Si la respuesta es positiva, el estudio podrá continuar. Si por el contrario la respuesta es negativa, deberá replantearse la posibilidad de un nuevo estudio más preciso y confiable. Si el estudio ya fue replanteado, lo recomendable será detener la investigación.

Otras preguntas a contestar son:

¿Qué producir?

¿Para quién producir?

¿Cuánto producir?

¿A que precio?

¿Cómo producir?

¿Cuándo producir?

¿Dónde producir?

Un orden lógico de presentar un estudio de mercado para su análisis puede ser el siguiente:

- ◆ Objetivos
- ◆ Identificación del Producto o Servicio
- ◆ Análisis actual de la Oferta y la Demanda
- ◆ Proyección de las tendencias y variables
- ◆ Aspectos de la Comercialización
- ◆ Selección de un programa de producción y de ventas

1.6.-Estudio Técnico

El Estudio Técnico aporta información muy valiosa, cualitativa y cuantitativa con respecto a los factores productivos que deberá contener una nueva unidad en operación, esto es: la tecnología; magnitud de los costos de inversión; los costos y gastos de operación en función de un programa, el tiempo de inmovilización de los recursos; así como todas las previsiones para que la nueva unidad productiva no tenga efectos nocivos hacia el medio ambiente.

En el Estudio Técnico se procura contestar las preguntas hechas a continuación:

- ◆ ¿Cómo producir lo que el mercado demanda?

- ◆ ¿Cuál debe ser la combinación de factores productivos?
- ◆ ¿Dónde producir?
- ◆ ¿Qué materias primas e insumos se requieren?
- ◆ ¿Qué equipos e instalaciones se necesitan?
- ◆ ¿Cuánto y cuándo producir?

El Estudio Técnico debe ser congruente con la estructuración del Estudio de Mercado; las unidades y términos esperados, así como también con los niveles de profundidad y objetivos del Proyecto de Inversión. El Estudio Técnico puede desarrollarse en los niveles de: Idea, prefactibilidad, factibilidad y proyecto definitivo.

La información obtenida de los estudios de Mercado y Técnico, son la materia prima para la valoración de los presupuestos de inversión y operación del Proyecto de Inversión. Con esta información (denominada también “indicadores de evaluación”), se llega a conocer la bondad económica y financiera del proyecto.

El objetivo central del Estudio Técnico es el de demostrar si el proyecto de inversión es técnicamente factible, además justificando económicamente, el haber seleccionado la mejor alternativa en tamaño, localización y proceso productivo para abastecer el mercado demandante del bien o servicio a producir. Todo ello, en función de la disponibilidad y/o restricción de los recursos y factores productivos tales como:

- ◆ Materias primas y sus fuentes de abastecimiento
- ◆ Alternativas tecnológicas accesibles al proyecto
- ◆ Disponibilidad financiera para el mismo
- ◆ Disponibilidad del potencial humano necesario
- ◆ Costos
- ◆ Factores exógenos al proyecto como son: la política de la empresa o del grupo de inversionistas, la política económica del país, etc.

El Estudio Técnico para un Proyecto de Inversión debe considerar fundamentalmente cuatro grandes bloques de información a saber:

- a) El estudio de las materias primas
- b) La localización general y específica del proyecto
- c) Dimensionamiento o tamaño de la planta
- d) El estudio de ingeniería del proyecto

Cada uno de estos temas deberá contar con los antecedentes correspondientes a la información cuantitativa y cualitativa que emane del estudio de mercado. Tendrán sus respectivos objetivos específicos, con el propósito de contar con la profundidad y calidad de la información que se requiere para el análisis y la toma de decisión, concretamente referida a la continuidad o no del proyecto de inversión.

Estudio de las Materias Primas e Insumos

Objetivo Específico.- Es el de definir las características, requerimientos, disponibilidad, costo, ubicación, etc. de las materias primas e insumos necesarios para la producción de los

bienes o servicios. Este estudio influye de manera significativa en la determinación del tamaño del proyecto, selección de tecnología de los equipos y localización.

La determinación del tipo de materias primas se deriva del producto a fabricar o servicio a proporcionar, del volumen o cantidad demandada y del grado de utilización de la capacidad instalada.

Clasificación de las Materias Primas e Insumos.- Está en función de las especificaciones y características necesarios según sea la calidad del producto o servicio a producir, es el punto de partida del estudio. En términos generales se clasifica de la siguiente manera:

- ◆ Materias primas
- ◆ Materiales Industriales
- ◆ Materiales Auxiliares
- ◆ Servicios

El éxito de un proyecto depende en gran medida de la demanda que tenga en el mercado el bien o servicio a producir. La demanda depende a su vez, de la calidad, precio y disponibilidad del producto o servicio.

La calidad del producto o servicio a obtener, influye en la selección de la tecnología a utilizar en el proceso de producción.

Por lo anterior, la selección o adopción de tecnología, implicará una cuidadosa investigación sobre la compatibilidad de materias

primas y tecnología, y cuando el proceso de producción lo exija, una adecuación que optimice la compatibilidad.

El manual para la Preparación de estudios de Viabilidad Industrial de la ONUDI señala que estos estudios analizarán características tales como:

Propiedades Físicas

- ◆ Tamaño, forma
- ◆ Densidad, viscosidad, porosidad
- ◆ Estado (gaseoso, líquido, sólido)
- ◆ Temperatura de fusión y de ebullición

Propiedades Mecánicas

- ◆ Maleabilidad, ductilidad, maquinabilidad
- ◆ Resistencia a la tracción, a la compresión y al corte
- ◆ Elasticidad, resistencia a la flexión, resistencia a la fatiga
- ◆ Dureza y recocibilidad

Propiedades Químicas

- ◆ Forma (emulsión, suspensión)
- ◆ Composición
- ◆ Pureza

- ◆ Capacidades de oxidación y desoxidación
- ◆ Propiedades de inflamabilidad y auto extinción
- ◆ Grado de acidez o alcalinidad

Propiedades Eléctricas y Magnéticas

- ◆ Magnetización
- ◆ Resistencia, conductibilidad
- ◆ Constantes dieléctricas

En algunos proyectos, las materias primas e insumos no son conocidas, pero cuando sea necesario, habrá que determinar sus características a través de investigaciones sobre sus aplicaciones, pruebas en plantas piloto, etc.

CANTIDAD NECESARIA DE MATERIAS PRIMAS

Los requerimientos cuantitativos de materia prima e insumos están determinados por el programa de producción y por el porcentaje de utilización de la capacidad instalada; es decir, el programa de producción determina las cantidades y periodicidad de abastecimiento de materias primas e insumos.

El programa de requerimientos determina a su vez el tipo de instalaciones de almacenamiento necesario, lo que es de gran importancia en proyectos que utilizan materia prima de procedencia lejana o de producción especial, de la cual es necesario mantener inventarios considerables.

DISPONIBILIDAD

La factibilidad de un proyecto de inversión depende, en gran medida, de la disponibilidad de las materias primas susceptibles de ser transformadas o comercializadas. Cuando se realiza un estudio de materias primas, conviene conocer su disponibilidad actual y a largo plazo y si esta disponibilidad es estacional o es constante. En el caso de proyectos agroindustriales, sujetos al ciclo de producción, que puede ser temporal o ampliarse a través de producción en zonas de riego.

En los proyectos que utilizan como materia prima productos del subsuelo, es indispensable investigar y cuantificar la capacidad del yacimiento y siempre se debe de partir de reservas comprobadas. En estos casos, el horizonte de vida del proyecto dependerá de las reservas existentes.

Además de la disponibilidad de las materias primas, hay que conocer las fuentes de adquisición de materiales secundarios o auxiliares del proceso de producción del bien de los servicios en cuestión.

El estudio de disponibilidad de materias primas puede resultar positivo, empero el proyecto puede verse en una situación bastante difícil si ni existen los materiales secundarios utilizados para transformar dichas materias primas. De igual forma hay que prever la disponibilidad de los servicios requeridos por el proyecto

En los estudios de materias primas e insumos se analiza la disponibilidad en cuanto a volúmenes existentes y períodos de

producción, pero también, el precio de adquisición, el grado de transportabilidad, etc.

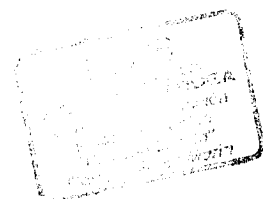
En ocasiones el precio de las materias primas resulta tan alto que pone en peligro la rentabilidad del Proyecto. En otros casos, las materias primas tienen la problemática en cuanto al transporte, que obligan al formulador del proyecto a localizar la planta cerca de la fuente de materias primas, ya sea por su grado de percibilidad y por su baja densidad económica o por el peligro de explosiones.

Conviene también determinar los costos unitarios de transporte de materia prima, insumos y servicios, cuantificando distancias que habrán de recorrer y procurando reducir al mínimo los costos totales de transporte.

Finalmente deberá calcularse el porcentaje de la oferta de materias primas utilizado por otras plantas, para determinar la disponibilidad para la nueva planta en proyecto.

PRODUCCION ACTUAL Y PRONÓSTICO

Cuando se dispone de series estadísticas del pasado mediato e inmediato, referidas a los volúmenes producidos de materias primas, es posible usar métodos matemáticos para conocer el comportamiento pasado de las materias primas y, con base en los datos, estimar la disponibilidad actual así como la proyección para un futuro mediato.



Las proyecciones deben considerar los factores que pueden afectar la disponibilidad y precio de las materias primas e insumos, tales como: la necesidad de mayores cantidades por parte de otras empresas, debido a mayor utilización de su capacidad o de ampliación, medidas oficiales o cambios en la tendencia de los productores.

LOCALIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Entre los factores fundamentales que determinan la ubicación de un proyecto están; el mercado del producto y la localización de las materias primas. La ubicación de ciertos proyectos la determina la fuente de materias primas.

Los productos del subsuelo deben tomar en cuenta la localización del yacimiento. Así se pueden realizar ciertos beneficios al mineral para elevar su densidad económica antes de realizar cualquier transporte.

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Objetivo Específico.- El estudio de localización tiene como propósito encontrar la ubicación más ventajosa para el proyecto; es decir, la opción que, cubriendo las exigencias o requerimientos del proyecto, contribuya a minimizar los costos de inversión así como los costos y gastos durante el período productivo del proyecto.

Alcance del Estudio.- El estudio comprende la definición de criterios y requisitos para ubicar el proyecto, la enumeración de las posibles alternativas de ubicación y la selección de la opción más ventajosa posible para las características específicas del mismo.

La selección de alternativas se realiza en dos etapas. En la primera se analiza y decide la zona en la que se localizará la planta; y en la segunda, se analiza y elige el sitio, considerando los factores básicos como costos, topografía y situación de los terrenos propuestos. A la primera etapa, se le define como estudio de Macrolocalización y a la segunda de Microlocalización.

En algunos proyectos la localización está predeterminada, como en los casos de las plantas hidroeléctricas y geotermoeléctricas.

Con excepción de los casos antes señalados, la localización de los proyectos depende de los costos de transporte de materias primas e insumos, así como del costo de transporte del producto terminado hacia los centros de consumo, rigiéndose por el criterio de que la localización óptima es aquella que maximiza el beneficio del proyecto o que se logra el menor costo unitario.

Posteriormente se someterán las alternativas de localización a la revisión de los aspectos comerciales, laborales, operacionales, económicos y sociales. De ahí que la determinación de la localización, es una solución inequívoca y científica.

Macrolocalización.- A la selección del área donde se ubicará el proyecto, se le conoce como "Estudio de Macrolocalización". Para una planta industrial, los factores de estudio que inciden con

mayor frecuencia son: el Mercado de Consumo y las fuentes de Materias Primas. De manera secundaria están: la disponibilidad de mano de obra y la infraestructura física y de servicios (suministro de agua, facilidades para la disposición y eliminación de desechos, disponibilidad de energía eléctrica, combustibles, servicios públicos diversos, etc.). Un factor a considerar también es el Marco Jurídico – Económico e Institucional del país, de la Región o de la Localidad.

El Mercado y las Fuentes de Materias Primas.- En términos simples, el problema consiste en conocer si la industria quedará cerca de las materias primas o cerca del mercado en el que se venderán los productos o servicios. Por eso se habla de industrias orientadas al mercado y de industrias orientadas a los insumos.

La primera condicionante será la de los costos del transporte. Conviene advertir que no sólo interesan los pesos de los materiales, sino también el volumen, ya que normalmente se aplica la tarifa que por un factor u otro resulte más alta. Además, las materias primas, por lo general pagan menores tarifas de transporte que los productos terminados.

Los cálculos no plantean problemas especiales, ya que la ingeniería del proyecto y el análisis de la demanda derivada, indicarán la cantidad, naturaleza y fuente de los insumos requeridos. El estudio de mercado señalará el tipo y cantidades de producto para su venta en distintas áreas.

Hay proyectos en los que será mínimo el costo total del transporte de los insumos hacia la fábrica, así como de los productos hacia el

mercado. En consecuencia, es posible determinar una serie de puntos geográficos en los que se pueda seleccionar la localización final más adecuada.

Disponibilidad de la Mano de Obra.- La incidencia de este factor sobre la localización está en el costo que representa para la empresa en estudio, sobre todo si la mano de obra requerida es de alta calificación o especializada. El esquema para analizar esta fuerza locacional, considerando constantes los demás factores es:

Se deben determinar cualitativa y cuantitativamente los diversos tipos de mano de obra, necesarios en la operación de la futura planta.

Investigar cuales son los niveles de sueldos y salarios en las posibles localizaciones del proyecto y su disponibilidad.

Estudiar el clima laboral en los sitios posibles de localización, investigando los sindicatos existentes, sus centrales, filiación política, características de los contratos colectivos de trabajo, los conflictos laborales que se han presentado, etc.

De acuerdo con la situación que se encuentre en cada alternativa de localización, se estima la incidencia de la mano de obra en el costo total de los productos, verificando si esto es determinante en la localización.

Infraestructura.- La infraestructura mínima necesaria para la ubicación del proyecto está integrada por los siguientes elementos:

- ◆ Fuentes de suministro de agua.
- ◆ Facilidades para la eliminación de desechos.
- ◆ Disponibilidad de combustible y aceites.
- ◆ Servicios públicos diversos
- ◆ Etc.

1.- El agua es un insumo prácticamente indispensable en la totalidad de las actividades productivas. Su influencia como factor de localización depende del balance entre requerimientos y disponibilidad presente y futura. Esa influencia será mínima si existe agua en cantidad y calidad requeridas en la mayor parte de las localizaciones posibles.

Las investigaciones relacionadas con la disponibilidad de agua suelen representar trabajos e inversiones de consideración, que en ocasiones pueden constituir la clave del proyecto. Por ejemplo, es frecuente proyectar amplios desarrollos mineros en zonas desérticas; en tales casos la localización de plantas de beneficio de minerales, se verá afectada por la situación del agua para el tratamiento, lo que puede requerir estudios geológicos, perforación de pozos o estudios específicos a fin de aprovechar fuentes lejanas

2.- Para algunas plantas industriales la disponibilidad de medios naturales para la eliminación de ciertos desechos resulta indispensable, por lo que su localización queda subordinada a la existencia de estos medios. En determinadas áreas, los reglamentos locales y gubernamentales limitan o regulan la cantidad o la naturaleza de los desechos que pueden arrojarse a la atmósfera o a corrientes y lechos acuosos, circunstancia que

puede orientar hacia otros posibles lugares para la localización de una determinada planta.

3.- Este suele ser un factor determinante en la localización industrial, ya que la mayor parte de los equipos industriales modernos utilizan energía eléctrica. Si bien es cierto que esta energía es transportable, la inversión necesaria puede no justificarse para una sola industria, debido a las tarifas elevadas para determinados propósitos industriales.

Cuando en una posible localización no resulta factible, con una inversión razonable, llevar a cabo la conexión de las líneas principales de transmisión de energía eléctrica, o cuando la tarifa de consumo es muy alta, se tienen dos alternativas: instalar una central generadora de energía eléctrica para cubrir las propias necesidades o bien considerar otra localización. Por otro lado, la necesidad de abastecer la planta con determinado tipo de combustible, también puede orientar la localización de la planta hacia ciertas regiones. Sin embargo, no es indispensable que haya disponibilidad local de combustible requerido, a condición de que se cuente con facilidades de suministro y transporte a precios adecuados.

4.- Otros importantes servicios públicos requeridos son: facilidades habitacionales, vías de acceso y caminos, calles, servicios médicos, seguridad pública, facilidades educacionales, red de drenaje y alcantarillado, etc.

5.- Con el fin de ordenar el crecimiento industrial, los países adoptan una política deliberada para diversificar geográficamente la producción. Para ello, promueven la instalación industrial en

determinadas zonas y ciudades, creando al mismo tiempo parques industriales y ofrecen incentivos fiscales o de otra índole.

La política económica es un factor de influencia en los proyectos de inversión, ya que a través de retribuciones legales, establece estímulos y restricciones en determinadas zonas del país. Estos estímulos pueden influir en la localización de industrias con mayor posibilidad de dispersión geográfica, dadas las fuerzas locacionales que inciden en ellas.

Las disposiciones legales o fiscales vigentes en las posibles localizaciones, orientan la selección a favor de algunas empresas, por lo tanto, dichas disposiciones deben ser tomadas en cuenta antes de determinar la localización final de las plantas.

En ciertas regiones existen políticas económicas encaminadas a favorecer un desarrollo industrial diversificado geográficamente u orientado hacia zonas de escaso desarrollo económico, expresadas a través de instrumentos crediticios o de otro tipo, que significan ventajas de reducción de costos y que deben ponderarse para determinar su posible influencia en la localización del proyecto.

De mayor efecto puede ser, a veces, la inexistencia de instrumentos crediticios, dada la escasez de recursos financieros a largo plazo con que el empresario tropieza a menudo en los países poco desarrollados. Los estímulos crediticios pueden inclinar la balanza a favor de determinada localización, pero en general no serán suficientes por sí mismos para tomar una decisión.

Criterios de Selección de Alternativas.- Se debe especificar la importancia de los factores o condiciones que requiere conjuntar la alternativa de localización, mediante un porcentaje al que se le denomina peso relativo o factor de ponderación.

La suma de todos los factores contemplados representa el 100% y se puede reducir o ampliar cada uno de los factores o grupos considerados de acuerdo a las características del proyecto de que se trate. La asignación de peso a cada uno de los factores de ubicación, la puede hacer los promotores o accionistas principales del proyecto (forma directa) o realizarse por medio de entrevistas de apreciación (forma indirecta).

Por otra parte, también se gráfica cada uno de los factores en el rango de la alternativa menos favorable y más favorable, dándoles un valor de cero y diez. A través de una combinación de los dos parámetros anteriores, se establecen los pesos relativos para cada uno de los factores o condicionantes.

A la técnica que establece la forma de medición indirecta de estos pesos, se le conoce como “Toma de Decisiones bajo objetivos múltiples”, en la que habría que profundizar, en caso de adoptar esta opción.

Selección de la Alternativa Óptima.- en el caso de que las alternativas posibles de ubicación dependan primordialmente de los centros de transporte de productos a los mercados y de materias primas y/o insumos a la planta industrial, resulta

recomendable aplicar el modelo de transporte para la selección de la alternativa óptima.

El modelo de transporte es un caso particular de programación lineal. Es donde se plantean orígenes, destinos, costos por volumen a transportar por cada origen - destino y consecuentemente volumen total a transportar para cada caso.

Para los casos en que intervengan de manera significativa los demás factores locacionales, las alternativas posibles de ubicación del proyecto, tendrán una calificación para cada uno de los factores, que va de cero a diez según el grado de aceptación del factor.

La calificación global para cada alternativa, es la suma de la calificación de cada atributo por su peso. La alternativa óptima de ubicación será la de la sumatoria con mayor valor.

Macrolocalización.- En la primera etapa de Macrolocalización del proyecto, es conveniente presentar planos de localización general de cada una de las alternativas de ubicación para tener una apreciación visual más amplia. Una vez seleccionada la alternativa óptima se requiere presentar un plano en forma detallada, donde se muestren las vías de acceso a la población, las redes de comunicación, los servicios aéreos y todos aquellos servicios públicos que constituyen una ventaja para el proyecto.

Microlocalización.- Una vez definida la zona o población de localización se determina el terreno conveniente para la ubicación

definitiva del proyecto. Este apartado deberá formularse cuando se haya tenido un avance en el Estudio de Ingeniería del proyecto.

La información requerida es:

- ◆ Tipo de edificaciones, área requerida inicial y área para futuras expansiones.
- ◆ Accesos al predio por las diferentes vías de comunicación, carreteras, ferrocarril y otros medios de transporte.
- ◆ Disponibilidad de agua, energía eléctrica, gas y otros servicios de manera específica.
- ◆ Volumen y características de las aguas residuales.
- ◆ Volumen producido de desperdicios, gases, humos y otros contaminantes.
- ◆ Instalaciones y cimentaciones requeridas para equipo y maquinaria.

Flujo del Transporte de Materias Primas dentro de la planta.-

Para lograr el flujo razonable del transporte de materias primas dentro de la planta se debe determinar qué tanto espacio se requiere para hacerlo, por lo que los terrenos disponibles se evalúan bajo las siguientes consideraciones:

- ◆ Superficie disponible y topografía.
- ◆ Características mecánicas del suelo.
- ◆ Costo del terreno.
- ◆ Superficie disponible y topografía.

La superficie disponible en cada caso, debe cubrir el área requerida del terreno para el proyecto y expansiones futuras, considerando un tiempo igual al plazo de vida del proyecto.

Cuando un proyecto es grande y/o costoso, es más conveniente disponer de áreas de expansión que cambiar de lugar de planta. Por ejemplo, una fábrica de bienes de capital donde la cimentación para la maquinaria pesada es muy costosa.

En los proyectos de industrias ligeras, sin costos de cimentaciones especiales, conviene ajustarse a las necesidades presentes de espacio, ya que en caso de expansión podría ser más conveniente, reubicar el proyecto en otro lugar, que mantener el costo de una superficie grande para el futuro.

Con el estudio topográfico se sabe que tipo de nivelación va a requerir el terreno y su incidencia en el tipo de construcción.

MECANICA DE SUELOS.- Con el estudio de Mecánica de Suelos, se determinan las características técnicas de conformación y composición de las capas del subsuelo para determinar la cimentación requerida por la construcción y las vibraciones a soportar.

COSTO DEL TERRENO.- El costo del terreno no se considera factor determinante para la selección. Una infraestructura y vías de comunicación aledañas adecuadas, pueden compensar las diferencias de precios entre las posibles opciones. Se puede ahorrar en construcción y operación.

Un terreno ubicado dentro de un parque industrial tiene garantizada la infraestructura y posición estratégica para su adecuada operatividad.

Futuros Desarrollos en torno al terreno seleccionado.-

Conviene verificar si existen proyectos de infraestructura en el área, tales como zonas habitacionales, servicios médicos, educacionales y de seguridad pública, ya que pueden ser favorables para el proyecto.

Selección de la alternativa Óptima.- No es frecuente encontrar terreno que satisfaga todas y cada una de las necesidades específicas de un proyecto industrial. Para decidir la ubicación definitiva es necesario evaluar comparativamente los sitios que se consideren convenientes.

Una forma para evaluar las alternativas de ubicación, es mediante el uso de un método análogo al presentado en la sección de Macrolocalización de evaluación de puntos, que consiste en asignar a cada uno de los factores determinantes de la ubicación, un valor relativo según su importancia, a juicio del empresario y de los técnicos que participan en la formulación del proyecto.

Tamaño del Proyecto.- En general, el tamaño de un proyecto está definido por su capacidad física o real de producción de bienes o servicios, durante un período de operación, que se considera normal para las condiciones y tipo de proyecto de que se trata.

Esta capacidad se expresa en cantidad producida por unidad de tiempo, es decir, volumen, peso, valor o número de unidades de producto elaboradas por ciclo de operación o período definido. Alternativamente, en algunos casos la capacidad de una planta se expresa no en términos de la cantidad de producto que se obtiene, sino en función del volumen de materia prima que entra al proceso.

Además de poder definir el tamaño de un proyecto en la forma anterior, puede plantearse por indicadores indirectos, como el monto de inversión, el monto de ocupación efectiva de mano de obra o algún otro de sus efectos sobre la economía, como puede ser la generación de ventas o de valor agregado. Existen casos en que la especificación del período normal de funcionamiento es implícita, por que el proceso técnico nos obliga a que sea continuo, con interrupciones únicamente para reparaciones y mantenimiento.

DEFINICIÓN DE LAS DIFERENTES CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN

La Capacidad de Diseño o Teórica Instalada: es el monto de producción de artículos estandarizados en condiciones ideales de operación, por unidad de tiempo.

La Capacidad del Sistema: es la producción máxima de un artículo específico o una combinación de productos que el sistema

de trabajadores y máquinas puede generar trabajando en forma integrada y en condiciones singulares, por unidad de tiempo.

La Capacidad Real: es el promedio por unidad de tiempo que alcanza una empresa en un lapso determinado, teniendo en cuenta todas las posibles contingencias que se presentan en la producción de un artículo; esto es, la producción alcanzable en condiciones normales de operación.

La Capacidad Empleada o Utilizada: es la producción lograda conforme a las condiciones que dicta el mercado y que puede ubicarse como máximo en los límites técnicos o por debajo de la capacidad real.

Capacidad Ociosa: es la diferencia hacia abajo entre la capacidad empleada y la real.

Se habla frecuentemente de dos conceptos de holgura de capacidad. Estos son:

- ◆ **Margen de Capacidad Utilizable:** es la diferencia entre la capacidad de diseño (capacidad instalada) y la real aprovechable.

- ◆ **Margen de Sobrecarga:** es la diferencia entre la capacidad del sistema y la capacidad de diseño; excepcionalmente aprovechable en períodos cortos.

Existe una diferencia entre los conceptos técnicos y económicos de capacidad de producción. Desde el punto de vista técnico, ésta se identifica con el volumen físico máximo de producción que se puede obtener con determinados equipos. Desde el punto de vista económico, se refiere a aquella capacidad que permite reducir al mínimo los costos unitarios o elevar al máximo las utilidades.

El concepto técnico de capacidad difiere del económico, porque a una máxima producción, en términos físicos, puede no corresponder ni la máxima utilidad, ni los costos unitarios mínimos.

Factores Determinantes o Condicionantes.- En la práctica, determinar el tamaño de una nueva unidad de producción es una tarea limitada por las relaciones recíprocas que existen entre el tamaño de la demanda y la disponibilidad de las materias primas. Estos factores contribuyen a simplificar el proceso de aproximaciones sucesivas. Las alternativas de tamaño entre las cuales se puede escoger, se van reduciendo a medida que se examinan los factores condicionantes mencionados.

Demanda del Proyecto: La demanda no satisfecha o por satisfacer, es uno de los factores que condicionan el tamaño de un proyecto. El tamaño propuesto solo puede aceptarse en caso de que la demanda sea claramente superior a dicho tamaño. Si el tamaño se acerca al de la demanda, aumenta el riesgo y por lo menos debe cuidarse que la demanda sea superior al punto de equilibrio del proyecto. El planteamiento anterior deberá considerar las variaciones de la demanda en función del ingreso, de los precios, de los factores demográficos, de los cambios en la

distribución geográfica del mercado y de la influencia del tamaño de los costos.

Con relación al dinamismo de la demanda, cada industria tiene una curva característica de costos de producción de acuerdo al tamaño. Conjugando estas curvas de costos con las curvas de variación de la demanda, en función de uno o más de los factores descritos anteriormente, sería posible, en muchos casos, demostrar la conveniencia de instalar mayores tamaños que los que corresponden a la demanda actual.

También debe tenerse presente que para un tamaño dado de planta, los costos unitarios serán decrecientes a medida que se utilice un mayor porcentaje de la capacidad instalada.

En el caso de que la dimensión del mercado potencial, sea lo suficientemente grande para permitir la instalación de una planta, es necesario revisar la distribución geográfica de dicho mercado, para determinar si la concentración de los centros de consumo favorecen la instalación de una planta o de varias.

La revisión de este punto es de gran trascendencia en el caso de productos perecederos de relativamente bajo valor unitario, lo mismo en el caso de productos estables, cuyo valor unitario no permite incorporar elevados gastos de flete al costo del producto.

La magnitud del mercado potencial influirá en la determinación del tamaño de la planta que deba instalarse. La ampliación de ciertos equipos es muy costosa y en algunos casos es más conveniente instalar inicialmente equipos de mayor capacidad.

La decisión sobre el tamaño de la planta dependerá esencialmente del resultado que se obtenga al comparar el costo de oportunidad sobre la inversión ociosa (durante el período en el cual no se utiliza la capacidad excedente) contra los costos de ampliación futura, incluyendo el costo correspondiente a las inversiones necesarias para efectuar dicha ampliación

Economías de Escala.

Se conocen como economías de escala a las reducciones en los costos de operación de una planta industrial. Dichas reducciones se deben a incrementos en el tamaño, a aumentos en el período de operación por diversificación de la producción o bien a la extensión de las actividades empresariales, a través del uso de facilidades de: organización , producción o comercialización de otras empresas.

En términos generales se puede decir que la tecnología y los equipos tienden a limitar el tamaño del proyecto a un mínimo de producción para ser aplicables. Las economías de escala pueden ser resultado de diversos aspectos; A mayor escala se obtiene:

- ◆ Menor costo de inversión por unidad de capacidad instalada.
- ◆ Mayor rendimiento por persona ocupada.
- ◆ Menores costos unitarios de producción.
- ◆ Mejor utilización de otros insumos.
- ◆ Utilización de procesos más eficientes que reducen los costos de operación.
- ◆ Obtención de menores precios de adquisición al incrementarse el volumen de materia prima adquirida.

- ◆ Mayor producción por diversificación de los productos manufacturados, reduce los costos fijos unitarios al lograrse un aprovechamiento más eficiente de las instalaciones industriales.

La operación de una planta a una mayor capacidad, mediante el uso de facilidades de organización, producción o comercialización de otras empresas, incrementa las utilidades.

LIMITACIONES PRÁCTICAS

La disponibilidad de Recursos Financieros

Los Recursos Financieros representan uno de los factores limítrofes de la dimensión de un proyecto industrial. Estos recursos se requieren para hacer frente a las necesidades de inversión en activo fijo y para satisfacer los requerimientos de Capital de Trabajo.

Los recursos para cubrir las necesidades de un proyecto industrial de iniciativa privada, pueden provenir de dos fuentes principales:

Del Capital Social suscrito y pagado por los accionistas de la empresa.

De los créditos que pueden obtener de instituciones bancarias o financieras y de proveedores.

Si existe flexibilidad en la instalación de la planta, se puede considerar como una alternativa viable, la instalación del proyecto

por etapas. Es obvio que no todos los equipos y tecnologías permiten esta flexibilidad para un crecimiento progresivo.

Un proyecto industrial no requiere que se disponga del total de los recursos financieros desde el inicio de su realización. La adquisición, instalación y puesta en servicio de la planta, requiere de cierto tiempo, circunstancia que debe tomarse en cuenta antes de decidir si los recursos económicos disponibles van a obligar a reducir el tamaño de la planta.

Recursos Humanos Capacitados.

Después de determinar el tamaño óptimo para el proyecto, es necesario asegurarse que se cuenta con los recursos humanos necesarios para la operación y dirección eficiente y eficaz de la planta industrial.

En determinados proyectos, en que la incidencia de los costos de mano de obra en los costos de operación es muy fuerte, se deberán analizar las alternativas de tiempos de operación menores, utilizando plantas de mayor capacidad. Para tomar la decisión correcta habría que comparar las diferencias entre los costos de mano de obra y la de los costos de depreciación de ambas plantas.

INGENIERIA DEL PROYECTO

La ingeniería del proyecto es una propuesta de solución a ciertas necesidades individuales o colectivas, privadas o sociales. Las

necesidades pueden satisfacerse a través de los factores tecnológicos de la cultura.

Desde el punto de vista técnico en sentido progresivo, pueden planearse, de lo general a lo particular, pasando de la incertidumbre a la certidumbre y buscando que el bien o servicio a producir se adecue al mercado, así como también le reditúe dividendos a la empresa.

Objetivos Específicos.

Probar la viabilidad técnica del proyecto, aportando información que permita su evaluación técnica y económica, proporcionando los fundamentos técnicos sobre los que se diseñará y se ejecutará el proyecto (en caso de que resulte atractivo para los promotores).

Se inicia con los antecedentes informativos relacionados con el producto o servicio (particularmente con el diseño, desarrollo de las especificaciones, las normas de calidad requeridas y los servicios de apoyo necesarios). También se toma en cuenta el renglón de las materias primas que se usarán en la producción (fundamentalmente su disponibilidad, sus especificaciones y fuentes de abastecimiento). Con relación a la información de mercado, los volúmenes de venta pronosticados, la localización de los consumidores y los servicios adicionales requeridos por el demandante y la disponibilidad financiera para el proyecto (por parte de quienes lo promueven).

Con todos estos antecedentes se procederá a localizar información relativa a las tecnologías disponibles en el mercado y que pueden

utilizarse en el proceso de producción del bien o servicio objeto de estudio. Los puntos que se analizan dentro del apartado de la Ingeniería del Proyecto son los siguientes:

Descripción del Producto.

La descripción del bien o servicio, desde el punto de vista técnico, tiene por objeto establecer las características físicas y especificaciones que lo tipifican con exactitud y que norman la producción. A partir de éstas, es posible determinar los requerimientos técnicos de las materias primas que se utilizarán en la producción del bien o servicio, así como los procesos tecnológicos que se utilizarán en la fabricación.

En la descripción es necesario indicar las características de los insumos principales y secundarios, así como los insumos alternativos y los efectos de su empleo; los productos principales, subproductos, productos intermedios y residuos, indicando si éstos alcanzan un valor económico y si su eliminación produce contaminación.

Las especificaciones del producto comprenden los detalles que lo definen. Estos incluyen: la definición genérica, su unidad de medida, calidad, descripción de materiales, cantidad, acabados, tolerancias, fórmulas y normas de funcionamiento, dibujos técnicos y detalles de producción, necesarios para obtener el resultado final.

Las características del producto deben compararse con las normas aceptadas nacional o internacionalmente y con las de productos

similares. Esto se hace con el fin de asegurar la calidad y la competitividad.

De ser posible, debe contemplarse la estandarización de los productos, ejerciendo influencia sobre los materiales, partes, dimensiones, formas, tamaños, funcionamiento y otras características. Este tipo de estándares son necesarios para el intercambio de partes, economías en el costo y calidad, factores vitales tanto en la fabricación como en las ventas.

Proceso de Producción.

Para definir y describir el proceso seleccionado del proyecto, es necesario tener conocimiento de las alternativas tecnológicas viables y accesibles. En otros términos, la selección del proceso de producción está íntimamente relacionada con la selección de la tecnología de producción.

El proceso de análisis y selección de la tecnología a utilizar, debe considerar las diversas consecuencias de la adquisición e incluir los aspectos contractuales.

Análisis de las tecnologías disponibles.

Los factores más importantes a considerar en la selección de las tecnologías disponibles en el mercado son:

- ◆ Capacidad mínima económica factible del proceso, en comparación con el tamaño determinado para el proyecto.

- ◆ Calidad de los productos obtenidos en relación a la calidad identificada en el estudio de mercado.
- ◆ Costo de inversión, comparado contra la disponibilidad financiera para el proyecto.
- ◆ Flexibilidad de operación de los equipos y procesos, en comparación con el comportamiento de la demanda.
- ◆ Requerimientos de servicios de mantenimiento y reparaciones, comparado con las capacidades existentes en el medio.
- ◆ Adaptabilidad a las materias primas, es decir, requerimiento de insumos en comparación con su disponibilidad y precio.
- ◆ Aspectos contractuales (licencias), protección de la tecnología a través de patentes y posibilidad de obtener las licencias correspondientes.
- ◆ Riesgos involucrados en la operación (tecnología: madura, recientemente probada o tecnología en gestación).

Tipos de Sistemas de Producción.- Existen dos tipos básicos de sistemas de producción: Sistema intermitente y Sistema continuo.

La Producción Intermitente está organizada en función de unidades de servicio (departamentos o secciones), en donde se realizan trabajos correspondientes a una o varias etapas del proceso productivo, se utilizan en trabajos de pequeños lotes y a partir de pedidos. Ejemplos de este tipo de producción son los talleres de ebanistería, talleres mecánicos o un contratista de obras.

La Producción Continua es típica de las industrias que organizan sus líneas de montaje, o que producen bienes altamente estandarizados. Se caracteriza por la continuidad y balance rígido del proceso productivo. Ejemplos de este sistema son la industria eléctrica, automotriz, siderúrgica, petroquímica, cemento; etc.

Algunos procesos no pueden clasificarse en la producción intermitente o en la producción continua, porque presentan una combinación de ambos. A estos procesos se les denomina mixtos

Selección del Proceso a Utilizar.

El objetivo es describir la secuencia de operaciones que transforman los insumos desde su estado inicial hasta llegar a obtener los productos en su estado final.

Las etapas de transformación del insumo principal, que dan a éste características que lo dotan normalmente de un valor económico o social, se pueden denominar proceso unitario.

Se considera como unidad mínima a los equipos o instalaciones indivisibles que realizan funciones específicas.

En la descripción de las unidades de transformación deben indicarse los siguientes elementos:

- ◆ Insumos principales y secundarios: los que son usados en el proceso de transformación, señalando para cada uno de ellos la definición genérica, unidad de medida, cantidad que especifique

el número de unidades requeridas por unidad de tiempo, calidad, costo de transformación, etc.

- ◆ Insumos alternativos y efectos de su empleo. Se hace mención de las posibilidades de utilizar insumos alternativos, principales o secundarios, agregando la información mencionada en el inciso anterior, así como los efectos en el producto y residuos, sobre su calidad y costo de transformación.

- ◆ Productos principales, subproductos y productos intermedios. En cada caso mencionar la definición genérica, unidad de medida, cantidad y calidad comparada con los patrones establecidos y las normas de calidad y/o de productos similares competitivos.

- ◆ Residuos. Identificarlos e indicar las posibilidades de que alcancen un valor económico o social. Mencionando si su eliminación por los métodos convencionales, provoca contaminación.

Descripción de las Instalaciones, Equipos y Personal.- Se identificarán el tipo, origen, año de diseño y fabricante, capacidad diseñada, vida útil, consumo de energía y/o combustible, número de operarios para su funcionamiento, capacitación de los operadores, distribución espacial y funcional de las unidades.

Diagramas de flujo del proceso total. En estos diagramas se identificarán los procesos unitarios y sus interrelaciones.

Diagramas de Flujo.- La descripción del proceso se complementa con la presentación de diagramas de flujo. Resulta muy objetivo graficar las operaciones que se realizan durante los procesos productivos.

Los diagramas de flujo son modelos esquemáticos que muestran el movimiento y la transformación de los materiales a través de los departamentos de una planta.

Los diagramas esquemáticos de uso general son:

- ◆ Diagrama de bloques
- ◆ Diagrama de flujo del proceso
- ◆ Diagrama gráfico de flujo

El diagrama de flujo del proceso está diseñado para ayudar al análisis del sistema de producción en términos de la secuencia de las operaciones ejecutadas. Este diagrama proporciona información con relación a las operaciones, almacenamientos, transportaciones, inspecciones y demoras. Se usan símbolos para expresar gráficamente las secuencias de las actividades. La ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos por sus siglas en ingles) ha estandarizado los símbolos y definiciones de las actividades de las gráficas de proceso.

El diagrama gráfico de flujo está dibujado de manera que el flujo y las operaciones del proceso destaquen de inmediato. Se utilizan flechas para indicar la dirección del flujo, se indican temperaturas, presiones y cantidades del flujo en diversos puntos significativos del diagrama.

Balance de Materiales y Energía.

El balance de materiales se hace con el objeto de incluir datos sobre las relaciones técnicas de transformación de las materias primas e insumos diversos tales como productos finales, productos intermedios, subproductos y residuos. También para incluir datos sobre el consumo de energía utilizable durante todo el proceso productivo. Esta información aportará los coeficientes unitarios destinados a la cuantificación física y económica de los insumos en el proceso de producción.

Para elaborar estos balances, se requiere aplicar los coeficientes técnicos para cada etapa del proceso y para el proceso en conjunto. En estas etapas y operaciones se van mostrando las cantidades que entran y salen de cada insumo, así como las condiciones de presión, humedad y temperatura.

El balance de materiales se puede presentar en forma de cuadro o bien incluirse en el diagrama de flujo del proceso. El principio técnico que fundamenta este balance es el primer principio de la termodinámica o de la conservación de la energía. Esto es, que la cantidad de entradas (masa y energía) es igual a la cantidad de salidas ya sea en desechos, subproductos, mermas, cambios en la forma de la energía, productos finales, etc.

Programa de Producción.

El programa de producción es un reporte escrito de las metas de producción del proyecto, por unidad de tiempo. La realización de

este programa es importante para los demás aspectos de la Ingeniería de Proyecto.

En su estructuración intervienen los coeficientes técnicos de conversión: materias primas – productos, eficiencia de los equipos y la relación insumos – mano de obra por unidad de producto.

El programa de producción se puede realizar desde dos vertientes: con base en el Estudio de Mercado y con base en las materias primas.

En el primer caso se parte del conocimiento del volumen de productos que se pretende entregar al mercado. En función de este volumen y del balance de materiales se cuantificarán físicamente los requerimientos totales.

En el segundo caso, se parte del volumen de la materia prima que se desea procesar, hasta llegar a la obtención del producto final.

Maquinaria y Equipo.

Con la descripción del proceso productivo, con el del programa de producción y con el tamaño del proyecto, se deben especificar los equipos, la maquinaria y las herramientas necesarias, describiendo a su vez las características principales como son: capacidad, rendimiento, vida útil, peso, dimensiones, costo, etc.

La información relativa a los equipos y los procesos de manufactura, específicos de cada proyecto, pueden obtenerse en asociaciones y organizaciones de fabricantes o proveedores de

equipos, así como en publicaciones especializadas del ramo de bienes de capital.

Los pasos a seguir para la consecución del objetivo referente a maquinaria y equipo son:

- ◆ Selección y Especificaciones
- ◆ Costo de los Equipos
- ◆ Selección del método y equipamiento para el manejo y transporte de los materiales

Distribución en Planta de la Maquinaria y Equipos.

El principal objetivo de analizar la distribución de máquinas, materiales y servicios auxiliares en la planta es optimizar el valor creado por el sistema de producción. El arreglo debe satisfacer también a las necesidades de los trabajadores, gerentes y demás personas asociadas con el sistema de producción.

Al diseñar la distribución de los equipos (lay – out) se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- ◆ Se debe minimizar el manejo de Materiales
- ◆ Reducción de Riesgos para los empleados
- ◆ Equilibrio en el proceso de producción
- ◆ Minimización de interferencias de las maquinarias
- ◆ Ambiente favorable para los empleados.
- ◆ Utilización óptima del espacio disponible
- ◆ Utilización efectiva de la mano de obra.
- ◆ Flexibilidad

Requerimientos de Mano de Obra.

El número de personas necesarias para la operación del proyecto debe calcularse con base en el programa de producción y en la operación de los equipos. También está en función de los turnos de los trabajadores necesarios y de las operaciones auxiliares, tales como mantenimiento, movimiento de materiales, limpieza, supervisión, etc. Las necesidades del personal necesario en la operación de una planta pueden clasificarse en:

- ◆ Mano de Obra Directa
- ◆ Mano de Obra Indirecta
- ◆ Personal de administración y venta

Se recomienda realizar estudios para determinar los perfiles de los puestos y los de las características del personal. Establecer programas de capacitación, desarrollo de personal, implantar políticas de relaciones industriales, etc., todo ello en beneficio de la productividad de la planta.

Requerimientos de Materiales, Insumos y Servicios.

Tomando como fuente de información los diagramas de flujo y los balances de materia y energía, así como el programa de producción, se calculan las necesidades en unidades físicas y monetarias, por período, de las diferentes materias primas e insumos, como también de los servicios (agua, vapor, aire comprimido, energía eléctrica, transporte y manejo de materiales,

etc.); y de los materiales de consumo como son: refacciones, herramientas, empaques, lubricantes, combustibles, etc.

Esta información ayudará en su oportunidad a seleccionar el tipo de equipo auxiliar necesario para la planta, Subestaciones Eléctricas para fuerza, alumbrado, sistemas de bombeo de agua, generadores de vapor, torres de enfriamiento, unidades de refrigeración, compresores de aire, tanques de almacenamiento, colectores de polvo, equipos de tratamiento de agua, equipos anticontaminantes, etc.

Estimación de las Necesidades de Terreno y Construcciones.

Requerimientos de Superficie.- El diseño de la distribución en planta conduce a determinar las necesidades, características del terreno, así como las especificaciones de los edificios. En otras palabras, el tamaño y forma de los edificios es una consecuencia de la distribución en planta.

Durante la elaboración de los planos de los edificios para producción industrial, administración y servicios complementarios, así como su distribución en el terreno, deben tomarse en cuenta los criterios señalados sobre economía de tiempo, movimientos y materiales. También se considera las necesidades de las instalaciones eléctricas, telefónicas, hidráulicas, sanitarias, de vapor, aire comprimido, aire acondicionado, de protección contra incendios, etc.

El cálculo del área necesaria en edificios puede dividirse en:

- ◆ Área de Producción
- ◆ Área de Servicios

- ◆ Área para ampliaciones Futuras

Programa Calendarizado de Ejecución del Proyecto.

La planeación y programación cuidadosa son vitales para cualquier proyecto y son tan complejas como el diseño y construcción de una planta de proceso. El cronograma es la guía para la planeación y el registro del avance durante toda la obra. Contiene las fechas de inicio, terminación de las negociaciones con las entidades que financiarán el proyecto, de las autoridades de cuya aprobación dependen: de los estudios finales de ingeniería, de la construcción de las obras, incluyendo adquisición transporte, y montaje de maquinaria y equipos; así como de la puesta en servicio e iniciación de operaciones.

En la medida que se detallan las actividades de cada una de las etapas de ejecución del proyecto, mejores serán los resultados que se obtengan del análisis de los problemas que surjan durante el desarrollo de las actividades de la obra.

Para elaborar el cronograma es necesario enlistar los suministros que controlan el avance de la obra (eventos críticos) basándose en el diagrama de flujo y la distribución de planta propuesta, de esta manera se obtienen fuentes de información adicional.

La fecha de terminación es un punto clave del proyecto, ya sea que se toma como punto de arranque y se procede a la inversa hasta llegar a la fecha de inicio, dependiendo del calendario de los suministros de maquinaria y equipo considerados como críticos, o también para llegar a la fecha de terminación, se toma

como base la fecha de inicio y se determinan los eventos críticos en forma secuenciada hasta llegar a la fecha de terminación.

Una vez que se tienen determinadas las fechas de inicio y terminación, se procede a elaborar los programas de ingeniería y construcción en detalle a modo de completar el denominado Programa Maestro.

Un estudio breve de este programa maestro, hace ver la dependencia de cada operación sobre una o más operaciones previas. Todas las actividades descritas en el programa maestro, deben ser entendidas como la suma de un gran número de actividades sencillas. La selección del período depende de la complejidad del trabajo y del grado de detalle requerido.

1.7 -ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO.

Estimado de los Costos de Inversión.

Durante la formulación del proyecto de inversión, en los niveles de perfil y prefactibilidad, es frecuente que no se pueda obtener con oportunidad el costo de inversión de los equipos principales y auxiliares, así como de las construcciones e instalaciones previstas para el proyecto. En tales situaciones existen diversos métodos para estimar la magnitud de las inversiones fijas, tales como:

La regla del exponente decimal.- Es útil cuando se conoce la inversión fija de una planta similar a la proyectada pero de diferente tamaño. La relación funcional es como sigue:

$$IB = IA (CB / CA) n$$

En donde:

IB = Inversión fija de la planta que se proyecta

IA = Inversión fija de una planta similar, conocida

CB = Capacidad proyectada de la planta B

CA = Capacidad instalada de la planta A

n = Exponente cuyo valor oscila entre 0.3 y 0.5 para instalaciones muy pequeñas o bien para procesos que requieren condiciones extremas de presión y temperatura. Entre 0.6 y 0.7 para el promedio de plantas químicas. Y entre 0.8 y 0.95 para plantas muy grandes que emplean equipos múltiples.

Cuando se conoce únicamente el costo del equipo de proceso, se utiliza el factor LANG, aplicado al costo de adquisición del equipo. Su relación funcional es:

$$I = E * L$$

En donde: I = Inversión fija para la planta que se proyecta.

E = Inversión en equipo principal de la misma planta

L = Factor de LANG, que depende del estado físico de los materiales en proceso.

En el caso de procesos que manejan sólidos, **L = 3.0**

En el caso de procesos que operan con sólidos y líquidos, **L = 4.1**

Para procesos que operan con fluidos, **L = 4.8**

Si el costo de inversión obtenido para el equipo es para una capacidad diferente a la capacidad para la que se está proyectando la planta, se puede determinar el costo de inversión del equipo a través de la regla de las seis décimas.

$$EB = EA * (CB / CA)^{0.6}$$

En donde: EB = Inversión en equipo principal para la planta que se proyecta

EA = Inversión del equipo según la cotización obtenida por una planta similar pero con capacidad C

Cuando se cuenta con el detalle de la inversión fija de una planta semejante a la que se proyecta, pero con capacidad diferente, se utiliza la siguiente expresión:

$$IB = (f1 * EA + f2 * OA) (CB / CA)^n + GA$$

En donde: IB = Inversión fija de la planta que se proyecta
EA = Costo de inversión en equipos principales y auxiliares de la planta que se conoce, incluye costo de instalación.
OA = Costo de inversión en Obra Civil de A.
GA = Costo de Inversión (indirecto) correspondiente a: Ingeniería básica y de detalle, Administración del proyecto, contingencias y utilidades del contratista.
CA = Capacidad de la planta A
CB = Capacidad de la planta que se proyecta

n = Exponente que puede tomar diversos valores como ya se indicó en líneas anteriores (0.3 – 0.5; 0.6 – 0.7; 0.8 – 0.95)

f_1 = Factor de actualización del costo de inversión. Se obtiene dividiendo el índice de costos del año en que se realiza el estudio, entre el índice de costos correspondiente al año en que se efectuó la inversión de la planta que se conoce. Dichos índices de precios, se encuentran en revistas técnicas especializadas en plantas de proceso.
 f_2 = Factor de actualización de costo de equipo instalado (índices de Marshall y Stevens, publicados en la revista Chemical Engineering).

En el caso de los estudios de factibilidad es mucho más probable obtener dos o tres cotizaciones específicas para cada uno de los activos que integrarán la planta. También es posible que el costo

del terreno y de las edificaciones se determine de una forma directa para el proyecto.

Existe también la posibilidad de detallar el costo de inversión de la planta que se proyecta, tomando como base el costo total del equipo principal cuya cotización se obtuvo, al cual se le van aplicando factores que dependen del estado físico de las materias primas y productos que se manejan en la planta.

Estudio Financiero.

Los estados financieros son el producto sintético y final del proceso de registrar la forma exacta, sistemática y cronológica de todas las operaciones de una entidad económica.

Con base en las conclusiones del estudio de mercado las cantidades y precios probables de ventas se sintetizan en una serie cronológica proyectada. El producto obtenido de cantidades y precios permite integrar el presupuesto de ingresos del estudio financiero. De la misma manera, el estudio técnico concluye con una función y un programa de producción, que permiten integrar la función de costos del proyecto, que sirve de base para elaborar el presupuesto de egresos en el estudio financiero. La conjunción de los presupuestos de ingresos y egresos del proyecto, y el presupuesto o programa de inversiones, sirven de base para determinar la estructura financiera más conveniente, y se está con ello en posibilidad de formular el flujo de efectivo, que permite elaborar los estados financieros proforma y la evaluación correspondiente. Sobre estos aspectos se centrará el estudio financiero.

En general el estudio financiero y en particular cada presupuesto, se pueden elaborar a precios corrientes o a precios constantes. Ambos tipos de precio son útiles, ya que con los precios corrientes se pueden prever situaciones relacionadas con la liquidez del proyecto, y los precios constantes son la base para evaluar la rentabilidad.

Los precios corrientes son los precios de mercado o nominales. Se toman en un momento determinado para valorar los insumos y los productos del proyecto. Estos precios se ven afectados a futuro por las estimaciones del comportamiento de la inflación. En contraste, el uso de precios constantes supone, de manera implícita, que la inflación futura afectará de manera similar tanto a los precios de venta de los productos como a los de adquisición de insumos, en tal forma que no habría cambios de precios relativos entre ellos.

Alternativamente, se pueden utilizar precios constantes que contemplen variaciones discretas en el tiempo únicamente para un reducido grupo de insumos o de productos lo cual supone que sí habrá modificaciones en los precios relativos para los productos. En estos casos, es necesario establecer explícitamente las hipótesis correspondientes, ya que de otra manera se contará con pocos elementos para considerar la rentabilidad del proyecto.

Uno de los objetivos que persigue el Estudio Financiero además de elaborar los diferentes presupuestos y estados financieros, tiene como finalidad, aportar una estrategia que permita al proyecto allegarse los recursos necesarios para su implantación y contar con la suficiente liquidez y solvencia, para desarrollar ininterrumpidamente operaciones productivas y comerciales. El

estudio Financiero aporta la información necesaria para estimar la rentabilidad de los recursos que se utilizarán, susceptible de compararse con las otras alternativas de inversión.

La integración del estudio financiero es la consecuencia de la información generada por el estudio técnico y el estudio de mercado, misma que al ser traducida a términos monetarios permitirá homologar todos los aspectos de mercado y técnico – productivos que se han analizado, jerarquizado y seleccionado.

Presupuestos.- Los presupuestos son planes formales escritos en términos monetarios. Determinan la trayectoria futura que se piensa seguir o lograr para algún aspecto del proyecto, como pueden ser las ventas, los costos de producción, los gastos de administración y ventas, los costos financieros, etc.

Otra forma de definir los presupuestos en el contexto del proyecto de inversión es: cuantificación monetaria de las operaciones a futuro, teniendo como marco de referencia las premisas establecidas en el estudio de mercado y en el estudio técnico. Persigue el propósito de mostrar una visión objetiva de los movimientos de ingresos y egresos que se generan al realizar la ejecución, puesta en servicio y operación del proyecto.

Presupuesto de Inversión.- Este presupuesto está integrado por el conjunto de erogaciones que es necesario realizar para conformar la infraestructura física (maquinaria, terreno, edificios, instalaciones, etc.) e intangible (impuestos que deben ser pagados por la compra o importación de maquinaria, transporte hasta el

sitio donde se ubicará la planta, etc.) que le permitirá al proyecto transformar un conjunto de insumos en un producto determinado.

Desde el punto de vista de la técnica contable, estas erogaciones se llaman activos totales del proyecto, las cuales se clasifican en activos fijos, diferidos y circulantes o capital de trabajo. La clasificación contable conduce a elaborar tres presupuestos; el de inversión fija, el de inversión diferida y el de capital de trabajo o inversión circulante, que agrupa al activo de acuerdo con su permanencia en la empresa.

Inversión Fija.- Este presupuesto está formado por todos aquellos bienes tangibles que es necesario adquirir inicialmente y durante la vida útil del proyecto, para cumplir con las funciones de producción, comercialización y distribución de los productos a obtener. Los principales rubros que lo integran son:

- ◆ Terreno
- ◆ Edificios u Obra Civil
- ◆ Maquinaria y equipo principal
- ◆ Equipo Auxiliar y de Servicios
- ◆ Instalaciones

Inversión Diferida.- La inversión diferida se integra con todas las erogaciones para llevar a cabo la inversión del proyecto, desde el surgimiento de la idea hasta la ejecución y puesta en servicio. Entre los conceptos principales se encuentran:

- ◆ Pagos por estudios de preinversión

- ◆ Constitución de la sociedad
- ◆ Programa preoperativo de capacitación
- ◆ Gastos preoperativos de arranque y puesta en marcha
- ◆ Gastos financieros preoperativos.

Capital de Trabajo.- El capital de trabajo se refiere a los recursos requeridos por la empresa para operar en condiciones normales, es decir, pagar nóminas, compromisos con proveedores, la comercialización, etc. y por el tiempo que resulte necesario en tanto los ingresos son suficientes para sufragar la totalidad de los gastos.

Bajo este concepto se consideran todos los bienes del activo circulante inicial del proyecto, como son efectivo en caja y bancos, inventarios de materias primas, insumos auxiliares, etc. , así como el efectivo suficiente para sufragar la producción que se venderá a crédito; además se integrarán las cuentas por cobrar hasta que se conviertan otra vez en efectivo.

Otros conceptos que también forman parte del capital de trabajo son:

- ◆ Inventario de productos en proceso
- ◆ Inventario de productos terminados
- ◆ Contingencias

Cronograma de Inversiones.- Con base en el calendario de ejecución y puesta en marcha del proyecto y en los presupuestos

estimados de inversión fija, diferida y capital de trabajo, se realiza el cronograma de inversiones que debe incluir las fechas estimadas para la realización del proceso de inversión del proyecto a fin de identificar la interrelación y coordinación entre las diversas fases para lograr una óptima planeación de inversiones y a su vez una asignación de recursos oportunos y suficientes.

Presupuestos de Operación.- El presupuesto de operación del proyecto se forma a partir de los ingresos y egresos de operación y tiene como objeto pronosticar un estimado de las entradas y salidas monetarias de la empresa, durante uno o varios períodos mismos que están en relación directa con la vida útil del proyecto.

La elaboración del presupuesto debe estar fundamentada en los resultados y/o conclusiones obtenidos en el estudio de mercado y el estudio técnico. La confiabilidad y utilidad del presupuesto de ingresos y egresos del proyecto, depende de la veracidad de la información utilizada en su elaboración tales como:

- ◆ Costos de Producción
- ◆ Materia Prima
- ◆ Mano de Obra de operación
- ◆ Servicios Auxiliares
- ◆ Mantenimiento
- ◆ Suministros de operación
- ◆ Regalías
- ◆ Costos fijos de operación
- ◆ Depreciación
- ◆ Amortización

- ◆ Rentas
- ◆ Gastos de Administración
- ◆ Gastos de Venta
- ◆ Gastos Financieros
- ◆ Impuestos y Reparto de Utilidades

Estructura Financiera.- La totalidad de recursos requerida por la inversión del proyecto se clasifica contablemente como el activo total inicial. Puede ser financiado íntegramente con recursos propios provenientes de los promotores, que habrán de constituirse en accionistas; alternativamente, puede ser financiado en parte con recursos propios y en parte con recursos financieros provenientes de créditos del sistema bancario.

Las aportaciones de los socios o accionistas se computan contablemente como "Capital" del proyecto o empresa, en tanto que los recursos crediticios se clasifican como pasivos.

La estructura financiera del proyecto consiste en determinar como se financiará el activo inicial, es decir, qué porcentajes *corresponden respectivamente al pasivo y al capital, en tal forma que su suma sea igual al 100 % del activo total. Esto queda determinado, por una parte, por el monto de que dispongan los promotores para invertir en el proyecto, y por otra, por los créditos que puedan negociar con los bancos para el mismo efecto.*

La estimación de la inversión total y de los recursos con que cuenten los socios para invertir, cuantifica implícitamente la estructura financiera del proyecto, estableciendo la necesidad de financiamiento para el proyecto y así una estructura financiera

preliminar que determinará, en buena medida, el instrumento para negociar con las fuentes de financiamiento. Por lo tanto, el financiamiento del proyecto incluye el análisis de las fuentes financieras tanto internas como externas para obtener los fondos que se aplicarán en la inversión, así como también los mecanismos mediante los cuales se harán llegar estos recursos.

Para la elaboración del cuadro de análisis de las fuentes de recursos, se parte de la estructura y el programa de inversiones de la planta, integrando con ello un plan de financiamiento que busque la obtención oportuna de los recursos provenientes de fuentes previstas, tanto internas como externas.

El estudio de financiamiento debe incluir un análisis de los problemas y limitaciones en moneda extranjera. Se recurre a este tipo de financiamiento por limitaciones en la disponibilidad de recursos internos del país o por las ventajas de los recursos externos. Para determinar la aportación requerida de los socios, es necesario hacer una estimación previa de la rentabilidad de incorporar socios con suficiente capacidad económica, o de colocar acciones en el mercado de valores para integrar el capital propio.

Estados Financieros Proforma.- Estos estados financieros tienen como objetivo pronosticar un panorama futuro del proyecto y se *elaboran a partir de los presupuestos estimados de cada uno de los rubros que intervienen desde la ejecución del proyecto hasta su operación.* Los estados financieros proforma más representativos para el proyecto son:

- ◆ Estado de Resultados o de Pérdidas y Ganancias
- ◆ Estado de Origen y Aplicación de recursos
- ◆ Estado de Situación Financiera o Balance General

Las proyecciones de los estados financieros se calculan para cierto número de años con el objeto de permitir un análisis del comportamiento futuro del proyecto. El número de años dependerá de la clase de empresa que se emprenda y de la posibilidad de estimar dichas proyecciones lo más apegado a la realidad.

Entre las bases indispensables para llevar a cabo la elaboración de los estados financieros proforma se identifican:

- ◆ Elaboración del programa de inversión total, es decir la inversión fija, diferida y el capital de trabajo.
- ◆ Determinación de la estructura financiera del proyecto.
- ◆ Determinación de las fuentes y condiciones de financiamiento.
- ◆ Estimación de los ingresos y egresos del proyecto.

2.0 MARCO PRACTICO

2.1 DEFINICION DE LA EMPRESA

La empresa se define como **Pequeño Productor Independiente**, de acuerdo a lo estipulado en el artículo 36 de la Ley del Servicio Público de Energía eléctrica, Capítulo quinto "Del Suministro de Energía Eléctrica", Sección III. Que dice: "La Secretaría de Energía, considerando los criterios y lineamientos de la Política Energética Nacional y oyendo la opinión de la Comisión Federal de Electricidad, otorgará permisos de Producción Independiente para generar energía eléctrica destinada a su venta a la Comisión Federal de Electricidad, quedando ésta legalmente obligada a adquirirla en los términos y condiciones económicas que se convengan". Estos permisos podrán ser otorgados cuando se satisfagan los requisitos siguientes:

Que los solicitantes sean personas físicas o personas morales constituidas conforme a las leyes mexicanas y con domicilio en el territorio nacional, y que cumplan con los requisitos establecidos en la legislación aplicable.

Que los proyectos motivo de la solicitud estén incluidos en la planeación y programas respectivos de la CFE o sean equivalentes. La Secretaría de Energía, conforme a lo previsto en la Fracción III del Artículo 3, podrá otorgar permiso respecto de proyectos no incluidos en dicha planeación y programas, cuando la producción de Energía Eléctrica de tales proyectos haya sido comprometida para su exportación; y

Que los solicitantes se obliguen a vender su producción de energía eléctrica exclusivamente a la CFE, mediante convenios a largo plazo, en los términos del artículo 36-Bis o, previo permiso de la secretaría en los términos de esta ley, a exportar total o parcialmente dicha producción.

Atendiendo a la clasificación que hacen algunos autores en la materia, la empresa se define por:

El Estudio del Servicio.- El servicio de Generación Eléctrica, cuyo generador único en la zona de Guadalajara, Jalisco es la CFE, producto considerado como básico ya que lo requieren industrias, agricultores, comercios y hogares con estándares de calidad muy rígidos dirigido a todos los segmentos poblacionales. Con demanda creciente promedio anual de 6.5% de acuerdo a las estadísticas que se generan con la información de la CFE de 10 años atrás. La capacidad a instalar es de 75 MW que constituye el 4% de la demanda anual esperada para este año, lo que garantiza que la energía ofertada será posible venderla en su totalidad durante los próximos 20 años.

2.2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El método a utilizar en este trabajo es el **indirecto**, debido a que en la actualidad la Comisión Federal de Electricidad es la empresa que maneja la gran mayoría de las plantas de generación eléctrica en el país y que cuenta con los datos estadísticos de Oferta y Demanda del servicio de energía eléctrica en todo el territorio nacional.

La CFE edita anualmente un resumen estadístico de las actividades desarrolladas para la generación, transmisión y distribución de la electricidad a todos los tipos de usuarios. Así mismo emite estudios de planeación de necesidades a mediano y largo plazo en base a modelos tanto internacionales como propios de la entidad federativa que han permitido durante 60 años crecer y anticiparse a las necesidades futuras de demanda de energía eléctrica para satisfacerlas en forma eficaz y oportuna.

Cuenta además con un portal en Internet en el cual se puede tener acceso a toda esta información, la cual podemos considerarla como veraz y actual.

2.3 ESTUDIO DE MERCADO

La necesidad de Energía Eléctrica en el área de la ciudad de Guadalajara ha crecido en promedio desde hace 10 años a la fecha, un 6.5% (424 Gigawatts – hora por año), por lo que se hace necesario crear fuentes de generación de electricidad para satisfacer dicha demanda.

Como se indicó al principio de este trabajo, para satisfacer esta creciente demanda, se requieren instalar 330 MW. La oferta de vapor geotérmico es para 90 MW durante 30 años, de acuerdo a los estudios realizados por la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos de la CFE.

La capacidad de la Central de Generación a base de vapor geotérmico es de 75 MW conteniendo un buen nivel de seguridad para el suministro de la materia prima (vapor geotérmico).

La cercanía con la ciudad de Guadalajara, que es el centro de demanda del servicio, hace factible su ubicación lo más cercano posible a la fuente de producción del vapor, debido a que es más económico el transporte de la energía eléctrica que el transporte de la materia prima.

ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El Área Occidental se encuentra localizada en la parte Centro Occidental de México como se muestra en la figura 1, está compuesta por tres regiones: Occidente, Bajío y Centro-Occidente. En el contexto de estas regiones se encuentran los estados de: Jalisco y Nayarit en la Occidente; Guanajuato, Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, en la región Bajío; Michoacán, Colima, y la zona de Petacalco Guerrero en la región Centro-Occidente.

Las Centrales de Manzanillo, Aguamilpa y Salamanca se encuentran enlazadas a través del anillo de 400 KV con las subestaciones de Tepic, Guadalajara, Aguascalientes, Carápan, Mazamitla, Acatlán y Atequiza. San Luis Potosí, El Sauz, Agua Prieta y Los Azufres se enlazan a este anillo a través de líneas de 230 ó 115 KV.

El área Occidental recibe energía del Área Noroeste en una mínima cantidad (10 MW) y contribuye con 700 MW a la demanda del Área Central.

En la Región Oeste del Área Occidental, los principales centros de consumo son: Guadalajara, Ocotlán, Ciudad Guzmán, Puerto Vallarta y Tepic. El estado de Jalisco es eminentemente industrial con una importante demanda de electricidad, la ciudad de Guadalajara, ocupa el segundo lugar en población en el país, lo que representa un incremento gradual y sostenido de servicios entre los que destaca el suministro de energía eléctrica. En la tabla 1, se comparan la demanda de energía máxima y el consumo de energía de Guadalajara, Ocotlán y Chapala, zona de influencia del proyecto.

ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Tabla 1. Demanda Máxima [MW] y Energía [GWh]

AÑO	GUADALAJARA		OCOTLÁN		CHAPALA		TOTAL		VARIACIÓN [%]	
	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh
1992	757	3948	56	310	104	789	917	5047		
1993	797	4154	59	338	151	752	1007	5244	9,81	3,90
1994	867	4427	64	367	165	811	1096	5605	8,84	6,88
1995	880	4458	64	366	165	808	1109	5632	1,19	0,48
1996	893	4652	66	387	167	849	1122	5888	1,17	4,55
1997	905	4864	64	401	160	881	1129	6146	0,62	4,38
1998	965	5249	66	422	167	929	1198	6600	6,11	7,39
1999	1026	5628	68	437	173	954	1267	7019	5,76	6,35
2000	1062	6000	71	450	181	985	1314	7435	3,71	5,93
2001	1144	6413	75	468	199	1083	1418	7964	7,91	7,12
2002	1249	6920	83	500	206	1155	1538	8575	8,46	7,67
2003	1339	7369	85	521	217	1234	1641	9124	6,70	6,40
2004	1461	7949	90	540	231	1325	1782	9814	8,59	7,56
2005	1597	8561	93	559	247	1422	1937	1054	8,70	7,42
P R O M E D I O									5,97	5,85

Fuente: Gerencia de Estudios Económicos (Desarrollo del Mercado Eléctrico 1992-2006 y 1993-2007 págs. C.16, oc.4, C.23 y oc.11)

Nota: Información Histórica en **Negritas** y la información estimada en letra normal

En cuanto al valor absoluto de la demanda máxima de energía para el año 2002, Guadalajara presenta el 81.21 % de dicha demanda; de los 1538 MW para estos centros de consumo, Guadalajara demanda 1249 MW.

Las dos únicas centrales generadoras de importancia localizadas en esta región son Hidroeléctricas: Aguamilpa con 960 MW de capacidad instalada y Agua Prieta con 240 MW. Desgraciadamente este tipo de centrales que utilizan agua para producir electricidad no generan constantemente, se utilizan solo durante unas cuantas horas al día para cubrir los picos de demanda, aunque esta energía es más valiosa, contribuyen con muy poco a generar el grueso de la energía necesaria.

Tabla 2. Ventas Totales [GWh]

AÑO	GUADALAJARA	OCOTLÁN	CHAPALA	TOTAL	VARIACIÓN [%]
1992	3480	267	695	4442	
1993	3646	280	660	4586	3,14
1994	3869	311	710	4890	6,22
1995	3894	310	705	4909	0,39
1996	4068	332	754	5154	4,75
1997	4191	350	805	5346	3,59
1998	4522	368	849	5739	6,85
1999	4849	381	872	6102	5,95
2000	5205	395	905	6505	6,20
2001	5593	413	1000	7006	7,15
2002	6068	444	1073	7585	7,63
2003	6500	465	1152	8117	6,55
2004	7011	482	1237	8730	7,02
2005	7547	499	1328	9374	6,87
P R O M E D I O					5,56

Fuente: Gerencia de Estudios Económicos (Desarrollo del Mercado Eléctrico 1992-2006 y 1993-2007 págs. C.24 y oc.17)

Nota: Información Histórica en **Negritas** y la información estimada en letra normal

Como se observa en la tabla 2, Ventas Totales para el año 2001 Guadalajara, presenta el 79.83% de las ventas totales 7006 (GWh).

DEMANDA ACTUAL

En el Área Occidental el comportamiento de la demanda de energía ha mostrado una variación mínima de 3,07% en el año de 2000 y una máxima de 7,76% en 2001, con un promedio entre los años de 1996 a 2001 de 5,37%, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Demanda Actual MW

AÑO	NETA	USOS PROPIOS	BRUTA	VARIACIÓN %
1996	3816	195	4011	
1997	4061	236	4297	7,13
1998	4227	299	4526	5,33
1999	4417	272	4688	3,58
2000	4617	215	4832	3,07
2001	4919	288	5207	7,76
P R O M E D I O				5,37

Fuente: Gerencia de Estudios Económicos (Desarrollo del Mercado Eléctrico 1992-2006 y 1993-2007 págs. C.13 y oc.3)

Tabla 4. Demanda Actual Máxima [MW]

AÑO	GUADALAJARA	OCOTLÁN	CHAPALA	TOTAL	INCREMENTO [%]
1996	757	56	104	917	
1997	797	59	151	1007	9,81
1998	867	64	165	1096	8,84
1999	880	64	165	1109	1,19
2000	893	66	167	1122	1,17
2001	905	68	170	1190	5,71
P R O M E D I O					5,34

Fuente: Gerencia de Estudios Económicos (Desarrollo del Mercado Eléctrico 1992-2006 y 1993-2007 págs. C.16 y oc.4)

Por otro lado en la Región Occidente, en los centros cercanos al proyecto la demanda actual máxima de energía presenta un incremento promedio de 5,34% con un máximo de 9,81% en 1997 y un mínimo de 1,17% en 2001, la tabla 4 muestra el comportamiento de la demanda máxima.

DEMANDA FUTURA.- En el Área Occidental la proyección de la demanda futura de energía muestra una variación mínima de 5,80% el año de 2003 y una máxima de 8,03% en 2002 con un promedio entre los años de 2002 a 2009 de 6,664%, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Demanda Futura en Mega Watts

AÑO	NETA	USOS PROPIOS	BRUTA	VARIACIÓN %
2002	5337	288	5625	8,03
2003	5662	289	5951	5,80
2004	6043	292	6335	6,45
2005	6497	297	6794	7,25
2006	6946	301	7247	6,67
2007	7389	301	7690	6,11
2008	7882	301	8183	6,41
2009	8413	305	8718	6,54
P R O M E D I O				6,66

Fuente: Gcia. de Estudios Económicos (Desarrollo del Mercado Eléctrico 1993-2007 pág. oc.3)

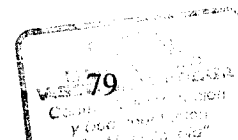
En la Región Occidente la demanda máxima futura en los centros de consumo de Guadalajara, Ocotlán y Chapala, se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Demanda Máxima Futura [MW]

AÑO	GUADALAJARA	OCOTLÁN	CHAPALA	TOTAL	INCREMENTO [%]
2002	965	66	167	1198	6,11
2003	1026	68	173	1267	5,76
2004	1062	71	181	1314	3,71
2005	1144	75	199	1418	7,91
2006	1249	83	206	1538	8,46
2007	1339	85	217	1641	6,70
2008	1461	90	231	1782	8,59
2009	1597	93	247	1937	8,70
P R O M E D I O					6,99

Fuente: Gerencia de Estudios Económicos (Desarrollo del Mercado Eléctrico 1993-2007 pág.

oc.4)



ANÁLISIS DEL CONSUMO

La distribución del consumo en la Zona Guadalajara, se muestra en la tabla 7, en términos de ventas de energía total (GWh) por grupo de tarifas.

Tabla 7. Ventas (GWh) por Grupo de tarifas

GRUPO DE TARIFAS	1996	1997	1998	1999	2000	2001
(01,1A) DOMESTICO	1020,1	1084,0	1082,2	1043,4	1064,2	851,46
	5	5	2	3	0	
(02,03) COMERCIAL	417,02	432,17	406,54	401,22	421,75	344,14
(05,5A, 6,07) SERVICIOS	161,84	179,07	189,45	192,14	189,12	128,49
(OH Y HM) GENERAL EN MEDIA TENSIÓN	1463,9	1605,4	1669,9	1792,5	1837,6	1550,7
	2	1	5	0	2	8
(09 Y 9M) BOMBEO AGRÍCOLA	6,53	8,38	7,87	7,68	6,87	6,47
(HS, HSR, HSL Y HTL) GENERAL EN ALTA TENSIÓN	567,04	563,77	539,94	633,17	674,42	538,40
TOTAL	3636,5	3872,8	3895,9	4070,1	4193,9	3419,7
	1	4	9	5	8	3
INCREMENTO %	--	6,50	0,60	4,47	3,04	5,04

Fuente: División Jalisco (Subgerencia Comercial-Sistemas Comerciales)

CONSUMO (Zona Guadalajara)

En Guadalajara las ventas totales de energía en GWh tabla 8, muestra un incremento promedio de 6,03% entre los años 1998 al 2002, con un mínimo en 2000 de 3,18% y un máximo de 7,58% en 2002.

Tabla 8. Ventas Totales [GWh]

AÑO	GUADALAJARA	INCREMENTO [%]
1998	3636,51	---
1999	3872,84	6,50
2000	3995,99	3,18
2001	4270,15	6,86
2002	4593,98	7,58
P R O M E D I O		6,03

Fuente: División Jalisco (Subgerencia Comercial-Sistemas Comerciales)

ANÁLISIS DE LA OFERTA

Principales Características de los Oferentes

La oferta de generación de energía eléctrica en el Área Occidental está integrada por varios tipos de Centrales, algunas de las termoeléctricas más grandes del país están instaladas en esta Área, cuenta también con una de las tres Centrales Geotermoeléctricas en operación y algunas Hidroeléctricas, una de ellas bastante grande y de las más recientes.

En la tabla 9, se muestran las Centrales que integran la oferta de esta Área de generación, las capacidades efectivas están medidas en MW.

Tabla 9 Centrales de generación en el Área Occidental

	NOMBRE.	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDADES	CAPACIDAD.	TOTAL
1	AGUAMILPA	EL NAYAR	NAY.	3	320,00	960,00
2	ZIMAPÁN	ZIMAPÁN	HGO.	2	146,00	292,00
3	AGUA PRIETA	ZAPOCAN	JAL.	2	120,00	240,00
4	CUPATITZIO	URUAPAN	MICH.	2	36,22	72,45
5	STA. ROSA	AMATITLAN	JAL.	2	30,60	61,20
6	COBANO	G. ZAMORA	MICH.	2	26,01	52,02
7	COLIMILLA	TONALA	JAL.	4	12,80	51,20
8	PTE. GRANDE	TONALA	JAL.	3	2,80	8,40
				1	9,00	9,00
9	JUNTAS	GUADALAJARA	JAL.	1	6,00	6,00
				1	5,00	5,00
				1	4,00	4,00
10	PLATANAL	PANINDICUARO	MICH.	1	5,60	5,60
				1	3,60	3,60
11	BOTELLO	PANINDICUARO	MICH.	2	4,05	8,10
12	ZUMPIMITO	URUAPAN	MICH.	2	0,80	1,60
				2	2,40	4,80
13	INTERMEDIA	TONALA	JAL.	1	5,32	5,32
14	SAN. PEDRO PURAS	VILLA MADERO	MICH.	1	1,60	1,60
				1	0,96	0,96
15	JUMATAN	TEPIC	NAY.	2	0,22	0,44
				1	0,50	0,50
				1	1,24	1,24
16	LAS ROSAS	CADEREYTA	QRO.	1	0,00	0,00
17	TIRIO	MORELIA	MICH.	1	0,22	0,22
				1	0,24	0,24
				1	0,64	0,64
18	BARTOLINAS	TACAMBARO	MICH.	1	0,40	0,40

	NOMBRE.	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDADES	CAPACIDAD.	TOTAL
	BARTOLINAS	TACÁMBARO	MICH.	1	0,35	0,35
19	ITZICUARO	LOS REYES	MICH.	1	0,39	0,39
20	MANZANILLO II	MANZANILLO	COL.	2	350,00	700,00
21	VILLA DE REYES	VILLA DE REYES	SLP.	2	350,00	700,00
22	SALAMANCA	SALAMANCA	GTO.	2	158,00	316,00
				1	300,00	300,00
				1	250,00	250,00
23	MANZANILLO I	MANZANILLO	COL.	4	300,00	1200,00
24	PETACALCO	LA UNIÓN	GRO.	6	350,00	2100,00
25	EL SAUZ	PEDRO ESCOBEDO	QRO.	3	50,00	150,00
				1	68,00	68,00
26	EL VERDE	ZAPOTLANEJO	JAL.	1	0,00	0,00
27	CALERA	MÓVIL		3	0,00	0,00
28	LOS AZUFRES	CIUDAD HIDALGO	MICH.	1	50,00	50,00
				7	5,00	35,00
				2	1,45	2,9
T O T A L				82		7669,17

Fuente: Subdirección de Programación "UNIDADES GENERADORAS EN OPERACIÓN" (ENERO 2002)

Es notable el número de Centrales Hidroeléctricas en el Área Occidental (46), sin embargo salvo Aguamilpa y Agua Prieta ninguna otra rebasa los 100 MW de capacidad instalada y si a esto aunamos los bajos factores de planta, (menos del 40%) con que trabajan estas Centrales en la generación de energía del sistema, tendremos una imagen de la poca energía que generan este tipo de Centrales. Por otro lado estas Centrales son muy valiosas en las horas de mayor demanda de energía, las horas pico, pero su contribución al consumo global de energía es muy bajo. Las

Centrales Termoeléctricas de gran capacidad están en Colima, San Luis Potosí, Guanajuato y Guerrero, fuera de la Región Occidental. Igualmente la Central Geotérmica de Los Azufres está en Michoacán fuera de dicha región.

En la tabla 10 se muestran solo las Centrales ubicadas en la Región Occidental, estados de Jalisco y Nayarit, con la energía que generaron en 1997, medida en GWh. Claramente la Región Occidental produce escasamente un poco más de la tercera parte de la energía que consume:

Tabla 10. Generación de las Centrales ubicadas en la Región Occidental [GWh]

CENTRAL		GENERACIÓN	
		BRUTA	NETA
1	AGUAMILPA	1497,07	1493,41
2	AGUA PRIETA	242,88	242,80
3	SANTA ROSA	130,84	130,58
4	COLIMILLA	24,91	24,91
5	PUENTE GRANDE	10,88	10,88
6	JUNTAS	10,50	10,50
7	INTERMEDIA	4,69	4,69
8	JUMATAN	11,37	10,87
T O T A L		1933,14	1928,64

Fuente: Informe de Operación 1997 (página 52)

COSTOS DE GENERACIÓN.- Los costos estimados de generación de electricidad representativos del Área Occidental se obtuvieron de 5 Centrales Termoeléctricas, cuatro operadas con combustóleo y una de ciclo dual, las cuales producen el 90% de la energía generada en el Área.

Tabla 11. Costos de Las Centrales del Área Occidental

CENTRAL		COSTO COMBUSTIBLE \$/kWh	COSTO O&M \$/kWh	TOTAL \$/kWh*	TOTAL USD / kWh**
MANZANILLO I	0,034	0,141	0,026	0,201	0,057
MANZANILLO II	0,050	0,130	0,017	0,190	0,057
VILLA DE REYES	0,031	0,088	0,022	0,141	0,057
SALAMANCA	0,029	0,084	0,043	0,158	0,065
Petacalco	0,102	0,111	0,018	0,231	0,058

* Costos obtenidos del documento de las UEN'S publicado por la Gerencia de Contabilidad

** Costos obtenidos usando la metodología del COPAR

BALANCE DEMANDA - OFERTA

En la tabla 12, se compara la demanda con la oferta de energía del Área Occidental, medida en MW. Después de la entrada en operación comercial de las Centrales Agua Prieta y Aguamilpa en 1997 se tiene una reserva adecuada, la cual va disminuyendo dramáticamente hasta alcanzar valores que ponen en riesgo la confiabilidad del sistema. Cabe señalar que en este esquema de evolución de la oferta está contemplada la adición de varias Centrales tipo termoeléctrica en el sistema del Área Occidental, incluyendo Cerritos Colorados de 75 MW(2003).

Tabla 12. Demanda y Oferta Área Occidental [MW]

AÑO	DEMANDA	OFERTA	DIFERENCIA	RESERVA %
1997	5207	7669,17	2462,17	47,29
1998	5625	7791,97	2166,97	38,52
1999	5951	7951,97	2000,97	33,62
2000	6335	7951,97	1616,97	25,52
2001	6794	8551,97	1757,97	25,88
2002	7247	8551,97	1304,97	18,01
2003	7690	8551,97	861,97	11,21
2004	8183	8551,97	368,97	4,51
2005	8718	8551,97	-166,03	-1,90
2006	9285	8551,97	-733,03	-7,89
2007	9889	8551,97	-1337,03	-13,52

Fuente [DEMANDA: Gerencia de Estudios Económicos (Desarrollo del Mercado Eléctrico 1993-2007 pág. oc.3)]

Fuente (OFERTA): Subdirección de Programación "UNIDADES GENERADORAS EN OPERACIÓN" y "PROGRAMA DE OBRAS E INVERSIONES DEL SECTOR ELÉCTRICO 1988-2007"

En la tabla 13, se compara la demanda y oferta de generación de la Región Occidental. De inmediato salta el tremendo déficit de la oferta, la mayor parte de la energía que llega a la Región Occidental viene de las Regiones Bajío y Centro - Occidente.

Tabla 13. Demanda y Oferta de la Región Occidente [MW]

AÑO	DEMANDA	OFERTA	DIFERENCIA	RESERVA %
1997	1574	1353,38	-220,62	-14,02
1998	1662	1353,38	-308,62	-18,57
1999	1755	1363,38	-391,62	-22,31
2000	1830	1363,38	-466,62	-25,50
2001	1965	1413,38	-551,62	-28,07
2002	2115	1413,38	-701,62	-33,17
2003	2252	1413,38	-838,62	-37,24
2004	2424	1413,38	-1010,62	-41,69
2005	2610	1413,38	-1196,62	-45,85
2006	2810	1413,38	-1396,62	-49,70
2007	3030	1413,38	-1616,62	-53,35

Fuente [DEMANDA]: Gerencia de Estudios Económicos (Desarrollo del Mercado Eléctrico 1997-2007 pág. oc.3)

Fuente (OFERTA): Subdirección de Programación "UNIDADES GENERADORAS EN OPERACIÓN" (ENERO 2001) y

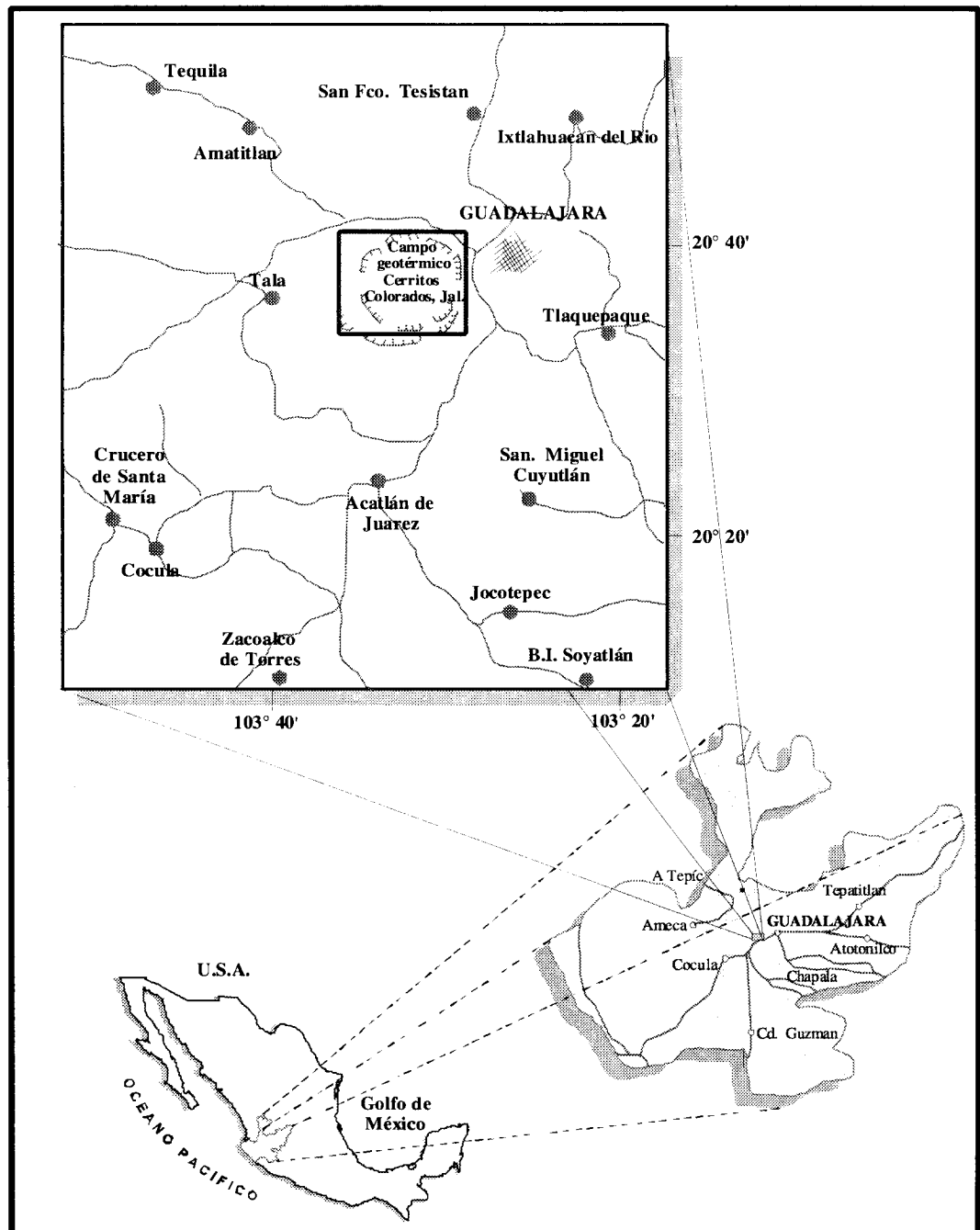
Subdirección de Programación "PROGRAMA DE OBRAS E INVERSIONES DEL SECTOR ELÉCTRICO 1997-2007"

En un sistema de generación es necesario mantener un margen de reserva de capacidad instalada para suplir la merma de capacidad por los mantenimientos programados, por las indisponibilidades previsibles y por las fallas estimadas. Se considera un 19% de la capacidad instalada como un margen adecuado de reserva para el mantenimiento y falla; por encima de esta reserva es necesario mantener un margen para eventos imprevistos.

2.4 ASPECTOS TÉCNICOS

Macrolocalización

FIGURA No. 1 Macrolocalización del campo geotérmico cerritos colorados en Guadalajara, Jalisco



Fuente: Residencia de Estudios de CFE Cerritos Colorados en Guadalajara, Jalisco

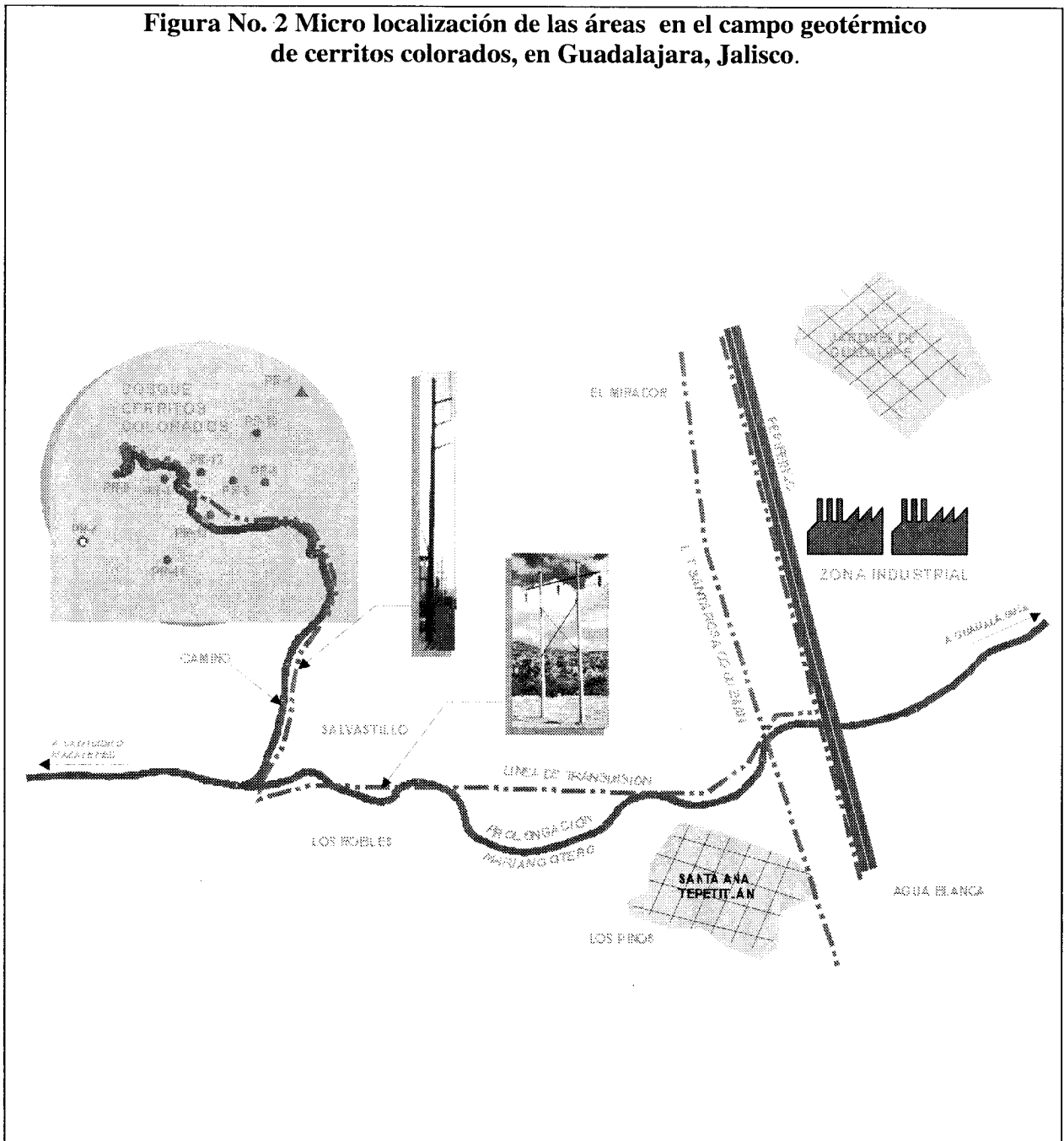
El campo geotérmico de Cerritos Colorados está ubicado en el estado de Jalisco, sobre el Eje Neovolcánico Mexicano que recorre el país de este a oeste, a 16 kilómetros al oeste de la ciudad de Guadalajara.

El Bosque de Cerritos Colorados está comunicado con la ciudad de Guadalajara a través de un camino transitable todo el año, se requiere de una línea de transmisión de mayor capacidad a la actual y cercana para llevar la electricidad al centro de consumo.

Micro localización

El campo geotérmico está comunicado por 26 kilómetros de caminos, construyendo la CFE un poco menos de la mitad, necesarios para intercomunicar los pozos. La CFE colabora cada año con las autoridades locales en la prevención y combate de los incendios forestales que se presentan en la época de estiaje y que son la principal causa de la deforestación en la zona; también ha llevado a cabo campañas de reforestación en acuerdo con las autoridades del estado de Jalisco y con las autoridades Federales en la Materia.

Figura No. 2 Micro localización de las áreas en el campo geotérmico de cerritos colorados, en Guadalajara, Jalisco.



Fuente: Residencia de Estudios de la CFE "Cerritos Colorados" en Guadalajara Jalisco

PARÁMETROS AMBIENTALES

Tabla 14. Principales Parámetros Ambientales

PARÁMETROS	ESTACIÓN CERRITOS COLORADOS
Temperatura máxima promedio anual [°C]	19,8
Temperatura media promedio anual [°C]	17,8
Temperatura mínima promedio anual [°C]	16,0
Temperatura máxima extrema [°C]	28,6
Temperatura mínima extrema [°C]	11,0
Zona climática	Templado Subhúmedo
Precipitación media anual [mm]	950
Evaporación anual [mm]	627
Evaporación media mensual [mm]	
Temp... de bulbo húmedo de diseño [°C]	19,8
Temperatura de bulbo seco de diseño [°C]	29,8
Humedad relativa promedio anual [%]	65,3
Velocidad del viento promedio [m/s]	1,7
Velocidad máxima del viento [m/s]	7,0
Vientos dominantes	W-NW [E-NE]

Fuente: Estación meteorológica de la Residencia de Estudios CFE en Guadalajara, Jalisco

Tabla 15. Frecuencia de la Dirección del Viento

DIRECCIÓN	FRECUENCIA Horas/año
N	1088
N-NE	682
NE	948
E-NE	1391
E	3493
E-SE	1342
SE	333
S-SE	165
S	286
S-SW	260
SW	678
W-SW	962
W	2747
NW	1694
N-NW	524

Fuente: Estación meteorológica de Cerritos Colorados de la CFE en Guadalajara, Jalisco

La tabla 15, presenta la frecuencia del viento y dirección en el período comprendido de agosto de 1998 a junio de 2001, los vientos dominantes con mayor frecuencia son W-NW.

PROCESO PRODUCTIVO

Las unidades a condensación son a base de una turbina de un solo cilindro, escape hacia un condensador tipo superficie y velocidad de giro a 3 600 RPM. El vapor para esta maquina se acondiciona a través de un separador de humedad donde pasa a un secador para darle las condiciones requeridas para evitar daños a la turbina por humedad y sólidos disueltos.

El acoplamiento turbina generador puede requerir reductor de velocidad dependiendo de la velocidad de giro de la turbina. Las condiciones a las que están trabajando estas turbinas en Los Azufres son: presión de entrada de 8.0 bar absolutos, con un contenido de gases de 3% en peso, presión de escape 0.73 bar y consumo específico de vapor de 8.4 toneladas / hora por MW.

La unidad arranca sin necesidad de fuentes externas de energía, excepto el vapor geotérmico y opera en forma continua con carga base dentro del rango de 25 a 100%.

El generador eléctrico opera a 4160 V, 6250 kVA y 60 Hz, con velocidad de giro de acuerdo al número de polos sin exceder de 4; opera continuamente a la capacidad, factor de potencia y frecuencia nominales con una variación de tensión de $\pm 5\%$ de la tensión nominal. Puede operar en paralelo con otros generadores y admite rechazos de carga de 100%, su operación es continua y estable en el rango de frecuencias de 58.8 a 60.6 Hz sin sufrir vibraciones excesivas o daños.

El turbogenerador y sus auxiliares así como los tableros eléctricos están instalados al albergue de la casa de máquinas, que tiene espacio suficiente para las maniobras de mantenimiento y una grúa puente de capacidad adecuada. Las principal

característica de esta unidad además de su tamaño compacto, es su bajo costo, el corto tiempo de instalación y la facilidad de su operación. La figura 6 muestra el diagrama de esta unidad.

Cada Central de 25 MW contará con un turbogenerador a condensación y estará equipada con todos los sistemas que le permitan operar en forma continua y segura, así como arrancar o parar en forma independiente de cualquier otra unidad.

El sistema de enfriamiento será de tipo cerrado, con torre de enfriamiento y condensador.

El ciclo de aprovechamiento del vapor geotérmico es un ciclo Rankine abierto; es decir, el vapor después de realizar el trabajo en la turbina, pasa al condensador, de donde sale en forma líquida para integrarse al sistema de agua de enfriamiento y el excedente a reinyección del yacimiento geotérmico.

La mezcla vapor-líquido proveniente de cada pozo pasará a través de un separador centrífugo tipo Webre, en el cual se elimina el líquido, conduciéndose hasta la planta el vapor separado; es decir, el vapor es obtenido a partir de una sola etapa de evaporación del fluido geotérmico.

Antes de ingresar a la turbina, se le proporcionará al vapor un secado final para eliminar la humedad residual y los posibles sólidos en suspensión que aún pudiera contener como producto de la condensación a lo largo del vaporducto. El secador de vapor es diseñado para que a la salida se obtenga vapor con una calidad mínima de 99.7 % a diferentes flujos.

Las condiciones del vapor en la admisión de la turbina son: presión absoluta de 800 KPa (8 bar) y calidad mínima del 99.7 %.

El condensador será de contacto directo, capaz de condensar todo el vapor descargado en él aún bajo la condición de operación más crítica, asegurando siempre una presión de condensación dentro de un rango aceptable.

Tanto en el arranque como en la operación continua de la Central, la mezcla gaseosa será extraída del condensador por medio de sistemas híbridos, con bombas de vacío de anillo y eyectores o compresores centrífugos y eyectores.

La central presenta las siguientes ventajas:

- ◆ Son del tipo modular, lo que facilita su traslado con el mayor grado de recuperación de materiales y equipos.
- ◆ Se reduce el tiempo de instalación.
- ◆ El costo de instalación para unidades modulares, por cada kW, es bajo.

Requerimientos de Vapor

Las tres Centrales de 25 MW.- requieren de un flujo de vapor de 590 toneladas por hora, para operar a plena carga. Los pozos que alimentarán dichas Centrales y su disponibilidad correspondiente, se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Disponibilidad de Vapor para Unidades de 25 MW

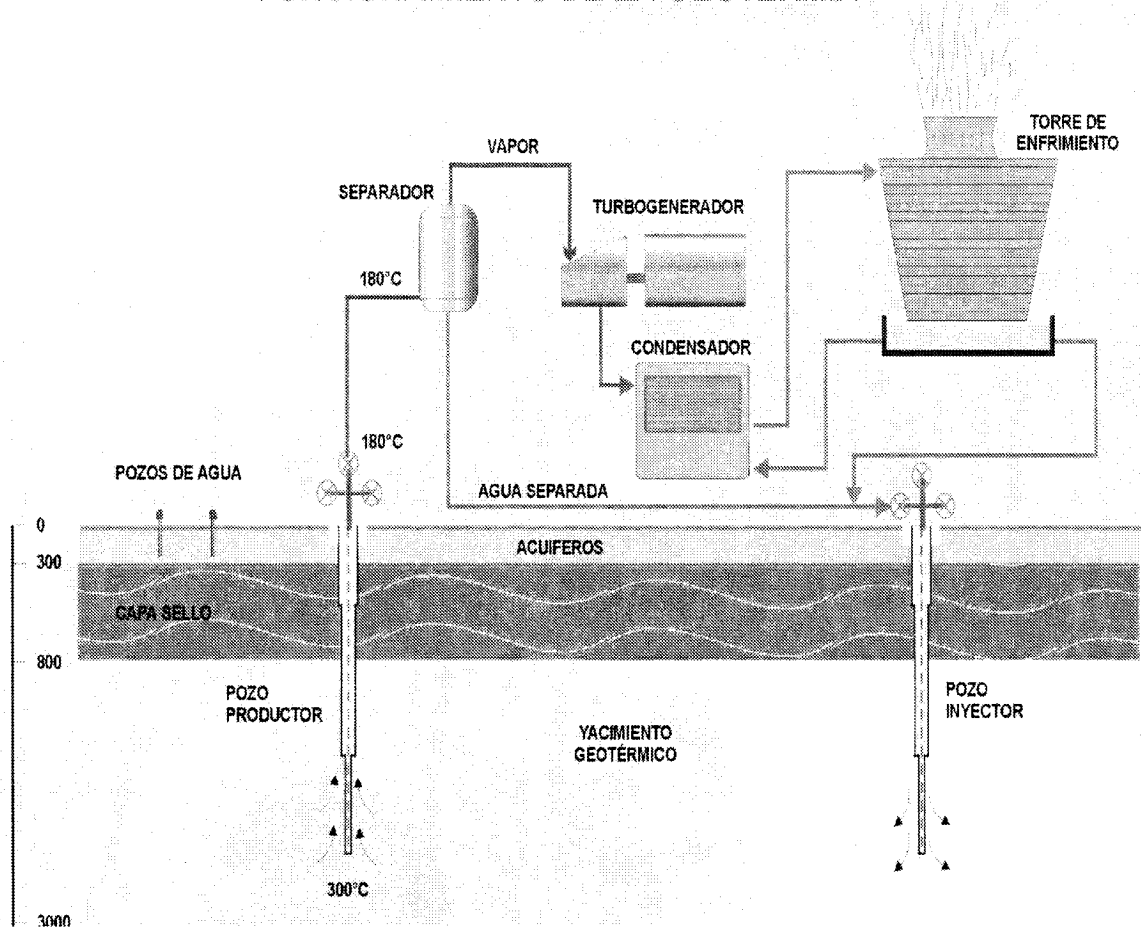
UNIDAD	CAPACIDAD [MW]	CONSUMO DE VAPOR [t/h]	VAPOR DISPONIBLE [t/h]	EXCEDENTE DE VAPOR [t/h]
U-1	25	197	240	43
U-2	25	196	210	14
U-3	25	197	220	23
TOTAL	75	590	670	80

Fuente: Oferta Ganadora Proyecto Azufres II 4 x 25 MW

Figura No. 4 Funcionamiento del Ciclo Térmico

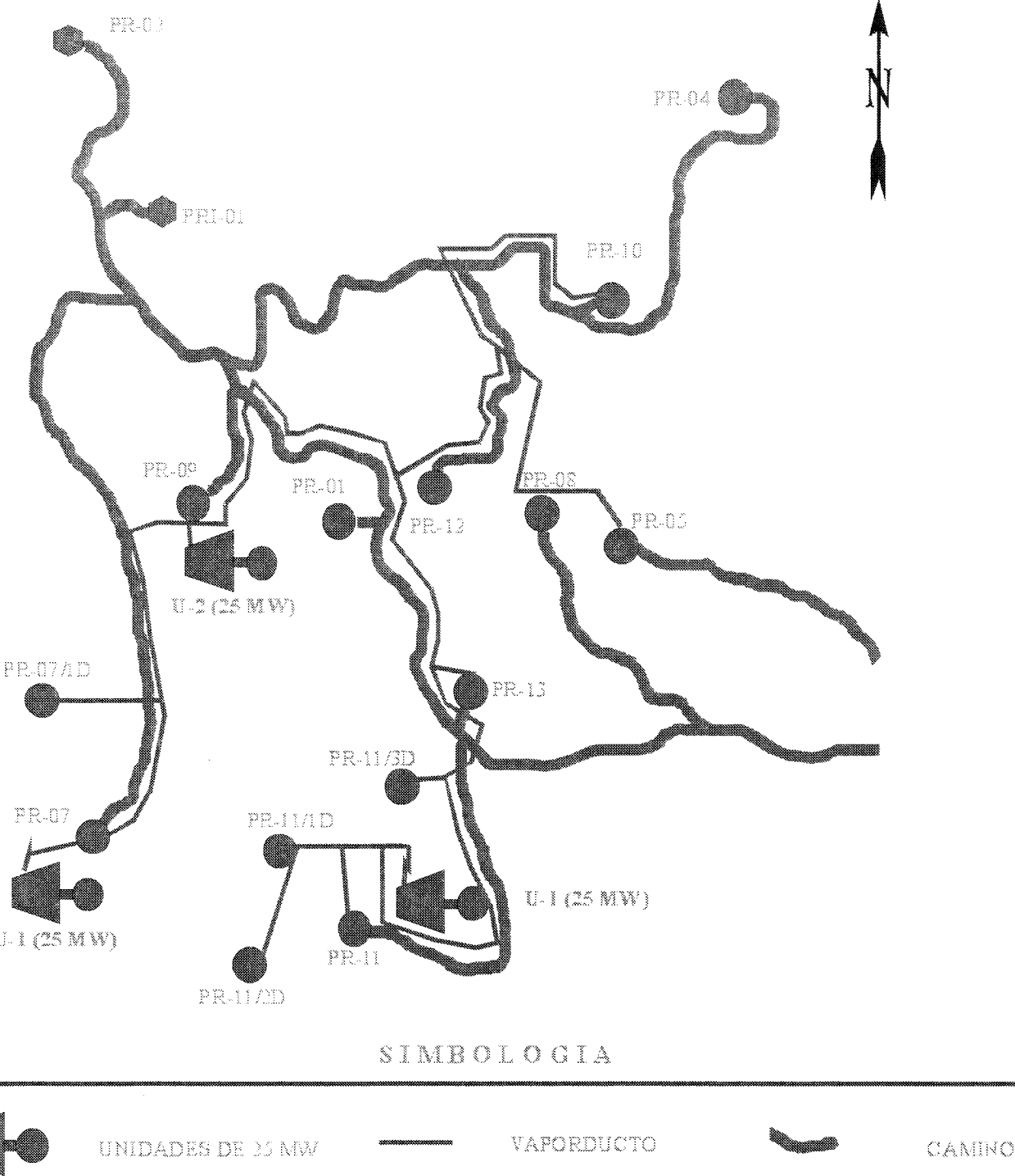
PROYECTO GEOTERMOELÉCTRICO CERRITOS COLORADOS

FUNCIONAMIENTO DE LA GEOTERMIA



Fuente: Subgerencia de Proyectos Geotermoeléctricos de la CFE

Figura No. 5 Localización de las centrales de generación eléctrica del proyecto cerritos colorados



Fuente: Subgerencia de Proyectos Geotermoelectricos de la CFE

Criterios Ecológicos -Para la unidades de 25 MW, se instalaran en un área de 100 x 80 metros, adyacentes a las plataformas de los pozos existentes. La experiencia adquirida por la CFE en el desarrollo de proyectos de generación geotérmica, como resultado de los estudios le permiten proponer algunas acciones ecológicas para la prevención de impactos ambientales.

El transporte de vapor se realizará con tubería de acero al carbón adyacente a la mayor parte de los caminos de acceso.

El kilómetro de líneas de transmisión en 115 kV es de aproximadamente \$600 000.00

El kilómetro de tubería de acero para conducir el vapor geotérmico es de

\$1 500 000.00

La capacidad de la Central de Generación cubriría el 10% de la demanda anual promedio de la región, por lo que se garantizaría la venta de la generación total de la Central.

Para materializar este proyecto se requiere de aproximadamente 36 meses para especificar todos los equipos, materiales, ingeniería, evaluación, otorgación del contrato, construcción, pruebas y puesta en operación.

Existen otras posibilidades de generación tales como: En el puerto de Manzanillo, debido a su posición de punto de suministro vía marítima de combustible y contar con agua de mar en grandes cantidades para el proceso de generación termoeléctrica. Su potencial de generación se encuentra entre 600 a 1000 MW, con los cuales cubrirían el 45% de la demanda actual del área de Guadalajara.

El tiempo que se requiere para poner en marcha una Central de esta capacidad más la construcción de la línea de transmisión de Manzanillo a Guadalajara es de aproximadamente de 5 años.

Por lo anterior nos permite tener una ventaja competitiva en tiempo y costo de energía eléctrica generada.

2.5.- ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO DEL CASO

Plan de Financiamiento.

El diseño del plan de financiamiento implica llenar seis requisitos principales a saber:

- 1) Garantizar la disponibilidad de suficientes recursos financieros para completar el proyecto.
- 2) Asegurar los fondos necesarios al menor costo posible.
- 3) Reducir al mínimo la exposición al riesgo de insolvencia, de los inversionistas.
- 4) Establecer una política de dividendos que incremente al máximo, la tasa de rendimiento de las acciones de los inversionistas del proyecto, sujetas a las limitaciones impuestas por las entidades prestamistas y el flujo de efectivo generado por el proyecto.
- 5) Incrementar al máximo el valor de los beneficios fiscales de propiedad, derivados del proyecto.
- 6) Lograr el tratamiento regulatorio más conveniente.

Es posible que estos objetivos no sean perfectamente compatibles, en cuyo caso se tendrán que hacer compromisos.

En general, en un proyecto como éste, se logrará el menor costo de capital cuando:

- 1) La deuda se incremente al máximo como un porcentaje de la capitalización total y
- 2) El plan de amortización de la deuda del proyecto se compagine, tan fielmente como el mercado de capitales lo permita, con los flujos de efectivo del proyecto.

El plan de financiamiento incluye convenios tanto de financiamientos para la construcción como de financiamiento permanente.

El diseño del plan de financiamiento requiere de un análisis de las fuentes potenciales de fondos en relación con las necesidades de fondos anual durante la vida económica del proyecto, flujo de efectivo disponible y disponibilidad de mecanismos de apoyo crediticio para la deuda.

También se requiere tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- ◆ Cantidad de fondos externos requeridos
- ◆ Promesas previas de fondos
- ◆ Razón máxima factible de deuda / capital
- ◆ Sincronización de los desembolsos
- ◆ Perfil del flujo de efectivo esperado para el proyecto
- ◆ Perfil de la moneda utilizada en los ingresos y costos del proyecto
- ◆ Proveedores del equipo para el proyecto.

Financiamiento para la Construcción

Una opción del financiamiento para la construcción es hacer que la empresa o conjunto de empresas que se unen para la realización del proyecto, o una compañía financiera especializada, emita pagarés o consiga fondos prestados a corto plazo directamente de bancos comerciales.

Si se utiliza una empresa especializada, la empresa del proyecto pediría prestado el dinero reunido por la compañía financiera especializada, en condiciones sustancialmente idénticas a aquellas en las cuales la compañía financiera pidió prestado el dinero. Con arreglo a esta opción de financiamiento para la construcción, la garantía para las instituciones financieras se compondrá del mismo compromiso de terminación y garantía en relación con el financiamiento permanente. Por lo general, los compromisos de préstamos a largo plazo, se negocian más o menos cuando el financiamiento para la construcción se comienza a utilizar. Los prestamistas a largo plazo están conformes en “retirar” a los prestamistas para la construcción, siempre y cuando el proyecto pase todas las pruebas de puesta en servicio.

Riesgo de Sindicación.- Cuando se negocia un financiamiento bancario, conviene evitar el riesgo de sindicación (el riesgo de que los bancos líderes no sean capaces de reunir el suficiente número de bancos adicionales para aportar los fondos requeridos). La empresa del proyecto debe evitar dicho riesgo solicitando a los bancos líderes que entreguen propuestas de financiamiento suscritas (en contraste “al mejor esfuerzo”). Un compromiso de préstamo suscrito obliga a los bancos líderes a proporcionar el servicio de préstamo completo, ya sea que reúnan o no a otros bancos para que participen en el servicio de crédito.

Una sindicación de préstamos representativa, trabaja de la siguiente manera:

La empresa del proyecto se pone en contacto con un pequeño número de bancos que poseen la experiencia en financiamiento de proyectos de este tipo y se les pide que presenten propuestas competitivas. Después de evaluarlas, la empresa del proyecto solicita a bancos seleccionados que formen un grupo y que presenten una propuesta completamente suscrita. Este grupo de bancos desempeña el papel de “Administradores Líderes” ; enseguida los administradores líderes, sindicán el préstamo para el proyecto, al invitar a coadministradores participantes y a otros, conforme se requiera.

Préstamos Directos de cada empresa participante a la compañía del Proyecto.-

Una segunda opción es la de pedir a cada uno de los participantes que pidan prestada su parte del financiamiento para la construcción (a corto plazo), a los bancos y que luego presten ese dinero a la compañía del proyecto. Después de la terminación del proyecto, la compañía del proyecto, negociaría financiamiento a largo plazo con base en los compromisos contractuales a largo plazo con respecto a la venta de energía eléctrica a la CFE. En seguida la compañía del proyecto amortiza los fondos que pidió prestados para la construcción con los ingresos del financiamiento a largo plazo

Esta segunda opción hace que los participantes del proyecto asuman la responsabilidad directa del riesgo de terminación, a menos que negocien contratos “llave en mano” de construcción para transferir el riesgo a las compañías responsables de la construcción del proyecto.

Financiamiento de Largo Plazo.- Por lo general, los inversionistas se muestran renuentes a comprometer fondos con más de dos años de anticipación de su utilización. De este modo, en el caso de nuestro proyecto con períodos de construcción largos, *habrá una cierta incertidumbre con respecto a si se negocia el*

financiamiento permanente antes de que se inicie la construcción; además, hay que considerar que se puede presentar el caso de contar con tecnología no comprobada, los inversionistas con frecuencia no están dispuestos a comprometerse en el financiamiento permanente sin garantías de que ya se obtuvieron todos los compromisos de financiamiento necesarios. En estas circunstancias, se tendrán que negociar al mismo tiempo compromisos que cubran los fondos necesarios, en lugar de solicitar que la compañía del proyecto realice una serie de financiamientos durante el período de construcción. Sin embargo, cuando se cuenta en el proyecto con una tecnología comprobada y un costo de capital relativamente modesto, por lo general se puede financiar una parte significativa (o quizás todo) de su costo, al inicio de la construcción, si los empresarios que forman la compañía del proyecto así lo desean.

El aseguramiento de tales compromisos de financiamiento, requerirá como mínimo, que los empresarios que forman la compañía del proyecto firmen un convenio de terminación. Cuando el financiamiento independiente para la construcción no es apropiado, debe negociarse un financiamiento permanente antes del inicio de la construcción. Tales servicios de préstamo, por lo general, hacen entregas trimestrales de las cantidades que se van a gastar durante el período de construcción. Los prestamistas normalmente cobran una cuota de aproximadamente 0.5% anual sobre las cantidades comprometidas pero no utilizadas.

El convenio de préstamo debe permitir a la compañía del proyecto la flexibilidad de seleccionar bases alternativas para pedir prestado, tales como, el tipo de interés preferencial (prime rate) y el LIBOR. Los préstamos bancarios ofrecen un tipo de interés flotante. Cuando la compañía del proyecto utiliza el financiamiento a largo plazo, por lo general negocian swaps de tipo de interés o techos de tipo de interés para limitar el riesgo por intereses.

Colocaciones Privadas.- La deuda del proyecto a un tipo de interés fijo y a largo plazo, puede colocarse privadamente con instituciones financieras especializadas como las compañías de seguros de vida y las Afores (fondos de pensiones). La colocación directa evita el engorroso proceso de registros de valores, requerido para realizar la oferta pública. Se emite una comunicación de colocación privada para describir el proyecto y los arreglos de valores. También describe el negocio e incluye los estados financieros de cada uno de las empresas participantes en la compañía del proyecto.

El vencimiento de la deuda del proyecto depende de las condiciones del mercado reinantes. La deuda deberá contener disposiciones con respecto a pagos anuales de un fondo de amortización (cuyo monto será el que la economía del proyecto y el flujo de efectivo lo permitan). El fondo de amortización posiblemente tendría que comenzar el primer año, después de la terminación del proyecto. La deuda probablemente tendría que incluir un fondo de amortización contingente ; por ejemplo, el plan de amortización se podría estructurar de modo que tenga en cuenta cantidades de amortización especificadas, sujetas a una cantidad mínima y a una cantidad máxima en cada período. En la medida en que el flujo de efectivo sea mayor que el que las partes interesadas en el proyecto habían anticipado cuando se negociaron los préstamos, el fondo de amortización contingente garantiza que el total del flujo de efectivo excedente, y tal vez todo, se dedicará a amortizar la deuda del proyecto.

Si el flujo de efectivo disponible excede el máximo especificado, los participantes de la compañía del proyecto, recibirían los beneficios del flujo de efectivo derivados del proyecto (en los primeros años), antes del retiro de la deuda bancaria.

Incentivadores de la participación .- La inclusión de un incentivador del capital en un financiamiento colocado privadamente, ensancha el mercado para la deuda del proyecto, reduce además los componentes fijos iniciales del costo del financiamiento

e induce a los prestamistas a aceptar cláusulas menos restrictivas y un apoyo crediticio menos exigente; de hecho, los prestamistas reciben un incentivo para que asuman el riesgo adicional.

Las formas alternativas de incentivos del capital, incluyen una participación directa en el capital, pagos de regalías sobre ingresos brutos o netos (posiblemente solo de duración limitada), o pagos contingentes únicos o por varios años.

La característica del incentivo del capital está diseñada para incrementar la tasa de rentabilidad esperada por los prestamistas en proporción con el riesgo creciente que se les pide que tomen.

Consideraciones sobre retención de impuestos.- La retención de impuestos influye en el diseño del plan de financiamiento para el proyecto. El gobierno retiene impuestos sobre pagos de dividendos, pago de intereses, honorarios de administración y pagos de regalías hechas a entidades extranjeras. La tasa de retención de impuestos se rige por un tratado fiscal, en el cual se acuerda un tratamiento de retención de impuestos favorable para los destinatarios en ciertas jurisdicciones extranjeras especificadas; el proyecto dispondrá del incentivo fiscal a fin de reunir los fondos en dichas jurisdicciones (si los fondos se tienen que reunir fuera del país anfitrión).

En la medida en que ciertos tipos de pagos en efectivo están sujetos a la retención de impuestos y otros no, los participantes del proyecto disponen del incentivo fiscal de diseñar la estructura del capital del proyecto de modo que se reduzca al mínimo la obligación fiscal.

Como ejemplo tenemos que las amortizaciones del capital no suelen estar sujetas a la retención de impuestos (porque representan la devolución del capital), pero los dividendos si están sujetos a la retención de impuestos. Por consiguiente, los

participantes de la compañía del proyecto, con frecuencia disponen del incentivo fiscal de adelantar por lo menos una parte de su inversión en la forma de un préstamo subordinado. La compañía del proyecto llega a amortizar los adelantos subordinados (antes de pagar los dividendos), para reducir al mínimo la retención de impuestos sobre distribuciones al o a los patrocinadores extranjeros.

Estimación de la capacidad de endeudamiento del Proyecto.- La capacidad de endeudamiento está definida como: La cantidad de deuda que el proyecto es capaz de servir por completo, durante el período de amortización del préstamo. Este período lo determinan factores tales como, las políticas generales de autorización de préstamos de los bancos, las características de riesgo del proyecto y las condiciones del mercado de los préstamos bancarios, así como otras consideraciones.

Los prestamistas bancarios, a un proyecto por lo general, estiman la capacidad de endeudamiento del proyecto en dos maneras:

- 1) Emplean una metodología de flujo de efectivo descontado y
- 2) Prueban la capacidad de la entidad del proyecto de cumplir con sus obligaciones de pago del servicio de la deuda, año con año.

En particular, los prestamistas bancarios hacia el proyecto, por lo general están dispuestos a prestar una cantidad que no sobrepase algún múltiplo especificado del valor presente del flujo de efectivo que se espera esté disponible para el servicio de la deuda durante el período de amortización del préstamo. Asimismo establecen ciertos puntos de referencia de cobertura que han de satisfacerse.

Parámetros de amortización de préstamos.- Los prestamistas bancarios de proyectos de infraestructura, que suelen ser de larga duración, como es el caso que nos ocupa, en ocasiones estipulan la amortización del préstamo final programada después de 12 años de la terminación de la construcción. Por lo general, los financiamientos para este tipo de proyectos, se estructuran de modo que el apalancamiento de la entidad prestataria del proyecto sea congruente con la calificación de crédito Baa / BBB. El diferencial entre el tipo de interés requerido sobre deuda a largo plazo con calidad de crédito Baa / BBB y la deuda de Tesorería a largo plazo varía, con base en el nivel general de los tipos de interés.

Los patrocinadores del proyecto tienen la opción de financiarlo con base en el propio proyecto y no en su crédito general, cuando el financiamiento de proyectos representa la alternativa de menor costo. Esto dependerá en gran medida, en lo bien que se diseñe el plan de financiamiento para el proyecto y en que tan eficazmente se ejecute.

Al preparar el plan de financiamiento del proyecto, sus patrocinadores y asesores financieros tienen que considerar con cuidado todas las fuentes potenciales de fondos para determinar el paquete de financiamiento que brinde el costo del capital más bajo, de conformidad con las limitaciones regulatorias o cualesquiera otras limitaciones del proyecto.

Las entidades prestamistas utilizan la razón de cobertura de intereses, la razón de cobertura de cargos fijos y la razón de cobertura del servicio de la deuda; para evaluar la capacidad de un proyecto de soportar el endeudamiento año con año.

Estas evaluaciones anuales se aplican junto con el modelo de capacidad de endeudamiento basada en el flujo de efectivo descontado para determinar la capacidad de endeudamiento del proyecto y como diseñar el plan de amortización de la deuda.

Las tolerancias al riesgo de los prestamistas y las preferencias en relación con los préstamos cambian con el tiempo. El modelo de la capacidad de endeudamiento es suficientemente general para englobar cualquier conjunto particular de limitaciones impuestas por los prestamistas mediante la modificación apropiada de los parámetros del modelo.

Los proyectos por lo general requieren inversiones substanciales en activos de larga duración , de tal manera que el análisis de la rentabilidad del proyecto propuesto, antes de comprometer fondos en él es muy importante.

El análisis del flujo de efectivo descontado implica estimar el monto de la inversión inicial, proyectar los flujos de efectivo después de impuestos incrementales, calcular el costo del capital y enseguida usar el método del VPN para determinar si el proyecto vale mas de lo que cuesta .

El costo del capital depende del riesgo del proyecto de inversión de capital, no de la compañía que emprenda el proyecto. El valor del proyecto radica en su capacidad de generar flujos de efectivo futuros, del mismo modo en que el valor de una acción radica en sus dividendos en efectivo en futuros esperados.

Si se compara con otras firmas, la compañía puede generar mayores flujos de efectivo futuros esperados si utiliza los activos del proyecto, el proyecto agregará más valor a la compañía que las demás, sin embargo, el riesgo del activo es el mismo, no importa que compañía lo posea. Por consiguiente, el costo del capital del proyecto debe ser el mismo para todas las compañías; las diferencias en el valor del proyecto entre compañías, se reflejan en los flujos de efectivo esperados, no en el costo de capital.

En la práctica pudiera ser tentador “agregar unos cuantos puntos” al costo de capital **solo por seguridad**. Los ajustes con respecto a esta cuestión en busca de factores de “juicio” deben evitarse.

Esto no quiere decir que sea de escasa importancia el valioso papel que el juicio especializado puede desempeñar en la selección de activos de una compañía. Pero existen métodos mejores para incorporar esos “otros” factores importantes en el proceso de toma de decisiones.

Actualmente para este tipo de proyectos, los prestamos que se han estado otorgando, son de 10% y tomaremos éste para el análisis de la capacidad de endeudamiento del proyecto.

La necesidad de Capital.- De acuerdo con costos de otras plantas generadoras de electricidad a base de vapor geotérmico instaladas en México, traídas a precios actuales, las inversiones de capital que requiere este proyecto de empresa son:

Terreno	\$ 3 000 000.00 USD
Ingeniería., Maquinaria y Equipo	\$ 91 000 000.00 USD
Supervisión	\$ 3 570 000.00 USD
TOTAL	\$ 97 570 000.00 USD

Para obtener los números anteriores se deben considerar los siguientes datos técnico - económicos:

- ◆ Energía Eléctrica gastada en usos propios = 7.3 %
- ◆ Potencia Neta por Central = 25 MW (75 MW por las 3 Centrales)
- ◆ Potencia Bruta por Central = 26.825 MW (80.475 MW por las 3 Centrales)

- ◆ Generación Neta = 591.30 GWh / año
- ◆ Precio de la tonelada de Vapor/ hora = \$ 1.72 USD (precio nivelado a 30 años)
- ◆ Monto de la inversión = \$1 300 933.34 USD/MW
- ◆ Costos de Operación y Mantenimiento = \$ 4.6 USD/MWh
- ◆ Costos de Combustible (Vapor Geotérmico) = \$13.42 USD/MWh
- ◆ Pago de Inversión = \$ 165.009 USD / MWh
- ◆ Vida útil en años = 25
- ◆ Factor de Planta = 0.90
- ◆ Tiempo para la Construcción = 24 meses
- ◆ Tasa de descuento para la inversión = 10 %
- ◆ Utilidad Neta (Aproximadamente) = 15 %
- ◆ Impuestos = 40 %

De los datos anteriores, tenemos que el **costo del MWh generado** es:

$$C = 165.009 + 13.42 + 4.6 = \mathbf{\$ 183.029 \text{ USD}}$$

La Comisión Federal de Electricidad utiliza dos precios para pagar la energía que compra a saber:

- ◆ El primero se denomina “**Precio por Capacidad**” que es el pago de los conceptos de Inversión, Costos Fijos y Utilidad.
- ◆ Y el segundo que se denomina “**Precio por Generación**” donde se pagan los conceptos de gastos variables.

PRESUPUESTO DE INGRESOS

- ◆ Horas al año = 8760
- ◆ Factor de Planta = 90%
- ◆ Capacidad Neta de generación = 75 MW
- ◆ Precio de la energía generada en las Centrales = \$ 43. 00 USD / MWh

$$\text{INGRESOS} = 75 \times 8760 \times 0.9 \times 43 = \text{\$ 25 425 900.00 USD}$$

PRESUPUESTO DE EGRESOS

- ◆ Costo del Vapor Geotérmico = \$ 13.42 USD / MWh
- ◆ Costo de Operación y Mantenimiento = \$4.6 USD / MWh
- ◆ Capacidad Bruta de generación = 80.475 MW
- ◆ Pago de la Inversión = 97 570 000 / 25 = \$ 3 902 800 USD

$$\mathbf{EGRESOS = 80.475 \times 0.9 \times 8760 \times (13.42 + 4.6) + 3\,902\,800 = \$ 15\,335\,857.50 \text{ USD}}$$

$$\mathbf{IMPUESTOS = (25\,425\,900 - 15\,335\,857.5) \times 0.49 = \$ 4\,944\,120.83 \text{ USD}}$$

$$\mathbf{UTILIDAD = 25\,425\,900 - 15\,335\,857.50 - 4\,944\,120.83 = \$ 5\,145\,921.67 \text{ USD}}$$

ESTUDIO FINANCIERO DEL PROYECTO

Capacidad	75	MW
Factor de Planta	90.00	%
Usos Propios	7.3	%
Generación Anual	591,300	MWh
Nº de meses de construcción	24	Meses
Vida útil	30	Años
Precio del vapor	1.72	USD/t
Consumo de vapor	7.8	t/MWh

Elaboración: Propia

Costo Unitario	1,300.93	USD/kW
O&M	0.0078	USD/kWh
Tipo de cambio 2002	\$10.1	1.0 USD
Año de análisis	2002	Año
Moneda del	2002	Año
Inicio de operación	Octubre 2004	Mes – año
Inflación anual:	1.88	%

Elaboración: Propia

Real anual	10.00	%
Real mensual	0.80	%
Nominal anual	12.07	%

Fuente : Propia

Precio de transferencia a Líneas de Transmisión para el 2006	43.00	USD/MW
--	-------	--------

Fuente: Subgerencia de Proyectos Geotermoelectricos

Tabla No. 20 PERFIL DE INVERSIONES MENSUALES

Miles de USD	
meses	Central
Oct-2002	487.85
Nov-2002	487.85
Dic-2002	975.70
Ene-2003	1,951.40
Feb-2003	2,927.10
Mar-2003	4,065.45
Abr-2003	4,065.45
May-2003	5,854.20
Jun-2003	5,854.20
Jul-2003	6,829.90
Ago-2003	6,829.90
Sep-2003	7,805.60
Oct-2003	7,805.60
Nov-2003	5,854.20
Dic-2003	4,878.50
Ene-2004	4,878.50
Feb-2004	4,065.45
Mar-2004	4,065.45
Abr-2004	4,065.45
May-2004	4,065.45
Jun-2004	2,927.10
Jul-2004	2,927.10
Ago-2004	2,927.10
Sep-2004	975.70
Oct-2004	∞
	97,570.20

Elaboración: Propia

EROGACIONES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

	Miles de USD			
	2002	2003	2004	Total
Central	1,951.40	64,721.50	30,897.30	97,570.20
Supervisión 10%	19.51	647.21	308.97	975.70
Total	1,970.91	65,368.71	31,206.27	98,545.90

∞ Inicio de operación octubre de 2004

ESQUEMA FINANCIERO.- PPI (Central)

Tabla No. 21 AMORTIZACIÓN DE LA DEUDA (miles de dólares corrientes)				
Año	Años naturales		Años fiscales	
	Amortización	Intereses	Amortización	Intereses
	1/			
2004	5,193.48	8,816.68	1,298.37	2,818.15
2005	5,700.88	7,490.64	5,320.33	7,871.20
2006	6,257.86	6,933.67	5,840.13	7,351.40
2007	6,869.25	6,322.28	6,410.71	6,780.82
2008	7,540.38	5,651.15	7,037.03	6,154.49
2009	8,277.07	4,914.45	7,724.55	5,466.98
2010	9,085.74	4,105.78	8,479.24	4,712.29
2011	9,973.42	3,218.11	9,307.66	3,883.87
2012	10,947.82	2,243.70	10,217.02	2,974.51
2013	12,017.42	1,174.10	11,215.22	1,976.30
2014			9,013.07	880.58
Suma	81,863.33	50,870.57	81,863.33	50,870.57

1/ A partir de octubre.

Elaboración: Propia

Tabla No. 22 FLUJO DE EFECTIVO DURANTE LA OPERACIÓN						
Miles de USD						
Año	Generación	Ingresos	Egresos		Resultado Neto Operación	
	MWh		Vapor	O&M	Constantes	Corrientes
2004	147,825	6,356	1,983	1,153	3,220	3,342.44
2005	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	13,621.10
2006	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	13,877.18
2007	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	14,138.07
2008	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	14,403.87
2009	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	14,674.66
2010	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	14,950.54
2011	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	15,231.61
2012	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	15,517.97
2013	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	15,809.71
2014	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	16,106.93
2015	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	16,409.74
2016	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	16,718.24
2017	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	17,032.55
2018	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	17,352.76
2019	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	17,678.99
2020	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	18,011.35
2021	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	18,349.97
2022	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	18,694.95
2023	591,300	25,426	7,933	4,612	12,881	19,046.41

Elaboración: Propia

Tabla No. 23 VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO

Año	Resultado Neto	Amortización	Intereses	Total Pagos Financieros	Capital de riesgo	Flujo Neto
1	2	3	4	5	6	7
2003	0	0	0	-	565.27	(565.27)
2004	3,342.44	1,298.37	2,818.15	4,117	13,563.45	(14,337.52)
2005	13,621.10	5,320.33	7,871.20	13,192		429.58
2006	13,877.18	5,840.13	7,351.40	13,192		685.65
2007	14,138.07	6,410.71	6,780.82	13,192		946.55
2008	14,403.87	7,037.03	6,154.49	13,192		1,212.34
2009	14,674.66	7,724.55	5,466.98	13,192		1,483.13
2010	14,950.54	8,479.24	4,712.29	13,192		1,759.02
2011	15,231.61	9,307.66	3,883.87	13,192		2,040.09
2012	15,517.97	10,217.02	2,974.51	13,192		2,326.44
2013	15,809.71	11,215.22	1,976.30	13,192		2,618.18
2014	16,106.93	9,013.07	880.58	9,894		6,213.28
2015	16,409.74			-		16,409.74
2016	16,718.24			-		16,718.24
2017	17,032.55			-		17,032.55
2018	17,352.76			-		17,352.76
2019	17,678.99			-		17,678.99
2020	18,011.35			-		18,011.35
2021	18,349.97			-		18,349.97
2022	18,694.95					18,694.95
2023	19,046.41					19,046.41
Valor Presente 2002	\$91,708.88	\$34,689.69	\$26,929.64	\$61,619.32	\$11,303.98	

Nota: No incluye impuestos

Nota: Estos flujos consideran los siguientes supuestos:

Precio de transferencia a Transmisión	4.3	Cent USD/kW
O&M	0.78	Cent USD/kWh
Inflación anual	1.88	%
Tasa nominal	12.07	%

RESULTADO NETO DE LA OPERACIÓN DEL PROYECTO (Ingreso – Costo)

- a) **Ingresos** . Se calculan como las ventas de la energía generada por la Central, con una tarifa de \$43.4 USD/MWh.
- b) **Costos**. Son los pagos por concepto de operación y mantenimiento de la Central.

TOTAL DE PAGOS FINANCIEROS

- El flujo de pagos financieros incluye repagos de financiamiento (amortización e intereses) de la Central.

EVALUACIÓN

1. De la tabla No. 23, se compara, año con año, el resultado neto de operación (columna 2), con el total de pagos (columna 5 + 6).
2. Se obtiene la TIR del flujo neto (columna 7 = 2 – 5 – 6).
3. Se calcula la relación Beneficio / Costo (B / C), con el valor presente de la (columna 2), entre el valor presente de las (columnas 5 + 6).

RESULTADOS

- Relación B / C 1.26
- TIR 21%

- **CONCLUSIÓN:** **El Proyecto resulta financieramente rentable.**

Tabla No.24 SUPUESTOS UTILIZADOS PARA EL ESTUDIO FINANCIERO

<i>CONCEPTO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>
Costo O&M	Se estima en	USD/MWh	0.78
Costo actualizado al inicio de operación.	Se define con base en la inversión al inicio de la operación		
Vida útil	Se considera de	años	30
Costo promedio ponderado del capital	Resulta una tasa anual de 22.5% nominal y 20.3% real.		
Factor de planta	Se estima en	%	90
Costo por capacidad		USD/MWh	17.32

Elaboración: Propia

De acuerdo con los supuestos anteriores, el costo nivelado de generación, sí el proyecto **Cerritos Colorados, Jalisco**, es financiado bajo un esquema **PPI**, resulta de:

\$ 18.10 USD/MWh.

Tabla No. 25 PERFIL DE INVERSIONES MENSUALES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN			
Mes - Año	No. Meses	Mensual	Acumulado
Oct-02	1	0.50%	0.50%
Nov-02	2	0.50%	1.00%
Dic-02	3	1.00%	2.00%
Ene-03	4	2.00%	4.00%
Feb-03	5	3.00%	7.00%
Mar-03	6	4.17%	11.17%
Abr-03	7	4.17%	15.33%
May-03	8	6.00%	21.33%
Jun-03	9	6.00%	27.33%
Jul-03	10	7.00%	34.33%
Ago-03	11	7.00%	41.33%
Sep-03	12	8.00%	49.33%
Oct-03	13	8.00%	57.33%
Nov-03	14	6.00%	63.33%
Dic-03	15	5.00%	68.33%
Ene-04	16	5.00%	73.33%
Feb-04	17	4.17%	77.50%
Mar-04	18	4.17%	81.67%
Abr-04	19	4.17%	85.83%
May-04	20	4.17%	90.00%
Jun-04	21	3.00%	93.00%
Jul-04	22	3.00%	96.00%
Ago-04	23	3.00%	99.00%
Sep-04	24	1.00%	100.00%
Oct-04	Inicio de operación		

Elaboración: Propia

No. Meses de construcción	24	Meses
Monto del proyecto	97,570.20	Miles USD
Comisión por apertura	0.75	%
Comisión por compromiso	0.30	%
Interés	10.85	%

Tabla No. 26 FINANCIAMIENTO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

MESES	Disposiciones	Saldo	Comisión por Apertura	Comisión por compromiso	Interés
1	487.85	487.85	818.625	327.45	
2	487.85	2,121.78			4.41
3	975.70	3,101.89			19.18
4	1,951.40	5,072.47			28.05
5	2,927.10	8,027.62			45.86
6	4,065.45	12,138.93			72.58
7	4,065.45	16,276.96			109.76
8	5,854.20	22,240.92			147.17
9	5,854.20	28,242.29			201.09
10	6,829.90	35,273.28			255.36
11	6,829.90	42,358.54			318.93
12	7,805.60	50,483.07			382.99
13	7,805.60	58,671.66			456.45
14	5,854.20	64,982.31			530.49
15	4,878.50	70,391.30			587.55
16	4,878.50	75,857.35			636.45
17	4,065.45	80,559.26			685.88
18	4,065.45	85,310.58			728.39
19	4,065.45	90,104.42			771.35
20	4,065.45	94,941.22			814.69
21	2,927.10	98,683.01			858.43
22	2,927.10	102,468.54			892.26
23	2,927.10	106,287.90			926.49
24	975.70	108,190.09			961.02
		109,151.11			

Elaboración: Propia

Monto a financiar	75%	81,863.33 MILES DE USD
Capital de riesgo	25%	27,287.78 MILES DE USD
Tasa de interés		9.77%
Comisión por apertura		1.00%
Años de repago		10

Tabla No. 27 FINANCIAMIENTO DURANTE LA OPERACIÓN

Año	Servicio de deuda	Amortización	Interés	Otros gastos
1	14,010.16	5,193.48	7,998.05	818.63
2	13,191.53	5,700.88	7,490.64	
3	13,191.53	6,257.86	6,933.67	
4	13,191.53	6,869.25	6,322.28	
5	13,191.53	7,540.38	5,651.15	
6	13,191.53	8,277.07	4,914.45	
7	13,191.53	9,085.74	4,105.78	
8	13,191.53	9,973.42	3,218.11	
9	13,191.53	10,947.82	2,243.70	
10	13,191.53	12,017.42	1,174.10	
		81,863.33	50,051.94	818.63
				\$50,870.57

Elaboración: Propia

4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de conocer el desarrollo del Proyecto bajo el esquema de Pequeño Productor Independiente de Energía y con las condicionantes favorables de:

- ◆ Contrato de Compra – Venta de Vapor con la CFE por 25 años
- ◆ Contrato de Compra – Venta de Electricidad por 25 años hacia la CFE
- ◆ Incrementos de precios acordes a la inflación para ambos contratos

Se obtiene un Flujo de Efectivo Positivo a partir del tercer año tal y un VAN positivo como se observa en la Tabla No 23 del Estudio Financiero que garantiza el éxito de la inversión, su recuperación en el mediano plazo y el monto de las ganancias, bastante buenas.

En base a lo anterior se comprueba la Hipótesis planteada en este trabajo de que la instalación de una Central de 75 MW en el área de la Ciudad de Guadalajara es factible por cubrir aproximadamente el 9 % de la demanda anual promedio que se tiene para este año, de acuerdo a los datos de la tabla No. 2, la demanda será de 6500 GWh y la producción de la Central sería de 591.3 GWh.

El Objetivo General de esta Tesis se cumple perfectamente tal y como lo indica el Estudio Financiero desarrollado en páginas anteriores, donde se obtiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 21 % y un índice de “Beneficio – Costo” (B / C) de 1.26 considerado como bastante bueno

Se puede formar un consorcio de empresas ya ubicadas en el área de Guadalajara que entre ellas consumen la energía generada por el Proyecto y operar bajo el esquema de “Pequeño Productor Independiente” y con la venta de electricidad a la máxima capacidad, obtener los resultados indicados en este trabajo.

Otra posibilidad puede ser el esquema de “Cogeneración”, generando electricidad para cubrir sus necesidades propias y los excedentes de energía venderlos a la CFE. Bajo este esquema, la recuperación financiera es en el mediano plazo, ya que con lo que actualmente facturan por el consumo de electricidad, se logra el flujo de efectivo positivo para recuperación del Capital Invertido.

Derivado de la información generada en la División de Distribución Occidente de la CFE, la energía vendida en la zona Guadalajara durante el año 2001 fue de:

5 270 921 MWh, los cuales se desglosan de la siguiente manera:

Doméstico, tarifas 1, 1A, 1B	= 26.00%
Comercial, tarifas 2 y 3	= 9.34%
Industrial, tarifas OM, HM, HS, HSL, HTL	= 57.58%
Servicios, tarifas 5, 5A, 6, 7, 9 y 9M	= 7.08%

Los consumidores más importantes de la zona Guadalajara son los siguientes:

EMPRESA	TARIFA	DEMANDA	ENERGÍA
	Tipo	kW	MW/año
CIA. SIDERURGICA GUADALAJARA S.A. DE C.V.	HTL	46 855	240 655
PENNWALT DEL PACÍFICO S.A. DE C.V.	HSL	16 098	123 244
CEMEX S.A DE C.V.	HSL	20 900	112 997
IBM DE MÉXICO	HSL	124 160	88 649
S.I.A.P.A	HS	11 520	79 472
KODAK DE MÉXICO	HS	9 602	64 879
CIA. HULERA EUZKADI	HS	10 663	60 167
S.C. GROUPE DE MÉXICO	HSL	84 487	57 665
VIDRIERA GUADALAJARA S.A. DE C.V.	HM	6 440	48 214

Fuente: Estadísticas anuales de la División Occidente de la CFE, 2001

De lo anterior se deduce que los consumos de energía de estas industrias situadas en la zona de Guadalajara, pueden absorber perfectamente la generación de la Central del proyecto tanto para el esquema de Cogeneración como para el esquema de Pequeño Productor Independiente.

Se puede formar un consorcio o bien alguna de ellas podría actuar de manera independiente para lograr la materialización del proyecto con los consiguientes beneficios y ganancias de acuerdo a las fuentes de crédito que de manera conjunta o individual puedan acceder.

El riesgo que se puede generar a mediano plazo es cuando se conforme el Mercado de Energía en México, el cual hará que los costos de la electricidad fluctúen de acuerdo a la oferta y demanda y no como lo indica el contrato de compra - venta

Aún con este riesgo, el Proyecto se considera como positivo e interesante para los empresarios locales invertir en él y lograr el costo de oportunidad que significa el costo de su propia generación en los horarios en los que existe mayor demanda general y por consiguiente el costo de la electricidad es mayor, logrando mantener en un solo costo del Kilowatt, las 24 horas al día.

La recomendación es que se considere la inversión de capital con las empresas locales y aprovechar esta oportunidad que empresas extranjeras estarán queriendo tomar, esperando únicamente la Reforma Energética que les daría una completa certidumbre para situarse en el mercado Nacional como generador mayoritario construyendo Centrales Generadoras de Ciclo Combinado y sin competencia por parte de la Comisión Federal de Electricidad

BIBLIOGRAFÍA

- ◆ Baca Urbina Gabriel,
EVALUACIÓN DE PROYECTOS
Editorial Mc Graw Hill, México 1995
- ◆ Downs Alan,
LOS SIETE MILAGROS DEL MANAGEMENT
Editorial Prentice Hall, España 2000
- ◆ Finnerty D John,
FINANCIAMIENTO DE PROYECTOS
Editorial Pearson Prentice Hall, USA 1996
- ◆ García Del Río Arcadio,
ANÁLISIS Y PLANEACIÓN FINANCIERA
Editorial UMSNH, México 2000
- ◆ Gitman J Lawrence,
FUNDAMENTOS DE ADMINISTRACIÓN FINANCIERA
Editorial OXFORD University Press, USA 2000
- ◆ Hernández Hernández Abraham / Hernández Villalobos Abraham
FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN
Editorial ECAFSA, México 2000
- ◆ Infante Villarreal Arturo,
EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN
Editorial NORMA, México 1999
- ◆ Nafinsa– OEA,
GUIA PARA LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE
INVERSIÓN
Editorial NAFINSA – OEA, México 1995
- ◆ Perdomo Moreno Abraham,
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE ESTADOS FINANCIEROS
Editorial ECLASA, México 1988
- ◆ Perdomo Moreno Abraham,
TOMA DE DECISIONES FINANCIERAS
Editorial PEMA, México 2000
- ◆ Ramírez Padilla David Noel,
CONTABILIDAD ADMINISTRATIVA
Editorial Mc Graw Hill, México 1996

- ◆ Saldivar Antonio,
PLANEACIÓN FINANCIERA DE LA EMPRESA
Editorial Trillas, México 1999
- ◆ Unidad de Inversiones y de Desincorporación de Entidades Paraestatales,
SHCP
GUIA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN
México 2000
- ◆ Villegas Hernández Eduardo / Ortega Rosa María,
ADMINISTRACIÓN DE INVERSIONES
Editorial Mc Graw Hill, México 1997
- ◆ Weston J Fred / Copeland E Thomas,
FINANZAS EN ADMINISTRACIÓN
Editorial Mc Graw Hill, USA 1995
- ◆ Weirs M Ronald,
INVESTIGACIÓN DE MERCADOS
Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A., U. PENNSILVANIA 1986