

ESTUDIO ECONÓMICO PARA LA CONSTRUCCIÓN  
DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN EN  
EL INGENIO DE AZÚCAR "SAN JOSÉ"

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

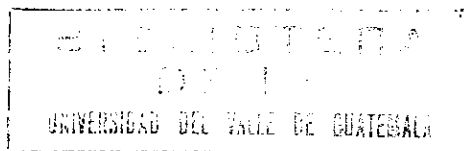
Facultad de Ciencias y Humanidades

Depto. de Ingeniería Industrial

ESTUDIO ECONÓMICO PARA LA CONSTRUCCIÓN  
DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN EN  
EL INGENIO DE AZÚCAR "SAN JOSÉ"

MARIA DE LOURDES MENDOZA PEÑALONZO

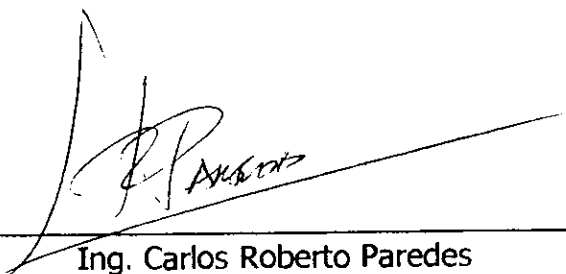
Trabajo de graduación presentado para optar al grado  
académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial



Guatemala  
2001

Vo.Bo.:

(f)

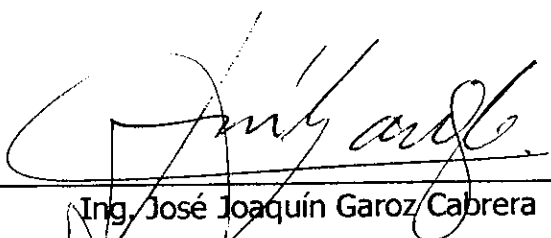


---

Ing. Carlos Roberto Paredes  
Asesor

Tribunal:

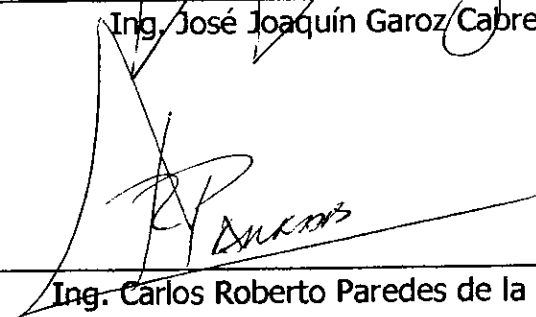
(f)



---

Ing. José Joaquín Garoz/Cabrera

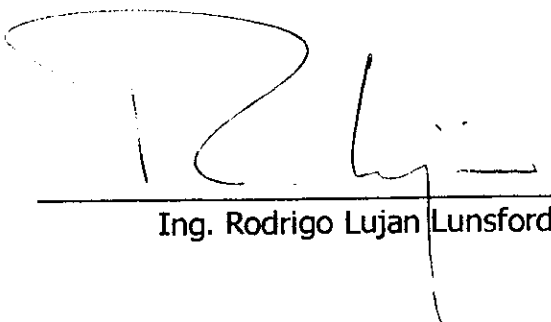
(f)



---

Ing. Carlos Roberto Paredes de la Vega

(f)



---

Ing. Rodrigo Lujan Lunsford

Fecha de Aprobación: 26 de Junio del 2001

## **AGRADEZCO**

### **A DIOS Y A LA SANTÍSIMA VIRGEN**

Por brindarme la sabiduría y la fortaleza de haber concluido este trabajo de graduación.

### **A MIS PADRES**

Por el amor y apoyo que me han brindado en todo lo que he emprendido y estoy por emprender.

### **A MIS HERMANOS**

Por su cariño, colaboración y comprensión.

### **A MI FUTURO ESPOSO**

Por su amor, apoyo y compañía en todo momento.

### **AL EQUIPO DEL INGENIO "San José"**

Que me abrió sus puertas para realizar el trabajo de campo y resolver las dudas que tenía para poder completar mi trabajo de graduación.

### **A CIASA**

Que me asesoró en la elaboración del trabajo de campo.

# CONTENIDO

	Páginas
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	01
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	05
A. Estudio de Proyectos	05
1. Preparación y evaluación de proyectos	05
2. La toma de decisiones asociadas a un proyecto	06
3. La evaluación de proyectos	07
4. Los proyectos en la planificación del desarrollo	07
B. Proceso de Preparación y evaluación de proyectos	08
1. El estudio del proyecto como proceso	08
2. El estudio técnico del proceso	11
3. El estudio del mercado	11
4. El estudio organizacional y administrativo	11
5. El estudio financiero	12
C. Técnicas de evaluación	14
1. Período de recuperación	15
2. Período de recuperación descontado	15
3. Valor presente neto	16
4. Tasa interna de retorno (TIR)	17
5. Tasa interna de retorno modificada (TIRM)	18
D. Historia de la energía eléctrica en Guatemala	18
1. Primera etapa: 1980-1990: El estado como generador	19

2. Segunda etapa: 1991-1996: La reforma	20
3. Tercera etapa: 1997-1999 El Mercado	22
4. Cuarta etapa: el futuro: consolidación y desarrollo	24
E. Usos del bagazo	26
F. Cogeneración Industrial	26
1. Características de los combustibles	27
2. Cogeneración de vapor y potencia eléctrica	27
3. Cantidad de potencia excedente	28
4. Factores económicos que influyen en la producción de potencia	29
<b>III. SITUACIÓN ACTUAL Y PROBLEMA QUE SE GENERA</b>	32
A. Almacenamiento del bagazo	32
B. Problema que genera	33
<b>IV. ALTERNATIVAS PROPUESTAS</b>	34
A. Alternativas Propuestas	34
1. Tasa de retorno mínima atractiva (TRMA)	35
2. Alternativa A	36
3. Alternativa B	37
4. Alternativa C	38
5. Alternativa D	40
<b>V. DISCUSIÓN Y RESULTADOS</b>	41
A. Estimación de costos	41
B. Las inversiones del proyecto	42

E. Tabla 4.5: Presupuesto para construcción de la planta de cogeneración con maquinaria nueva y usada	55
F. Tabla 4.6: Cálculo de depreciación para alternativas C y D	56
G. Tabla 4.7: Detalle de Egresos para alternativas C y D	57
H. Tabla 4.8: Análisis Incremental para las cuatro alternativas	58
I. Tabla 4.9: Resumen de las Alternativas	59
J. Tabla 4.10: Análisis de Sensibilidad para la alternativa C	60
K. Gráfica 4.1: Gráfica del análisis de sensibilidad para la alternativa C	61

C. Flujo de caja	42
D. Método de la tasa interna de retorno	44
E. Método del valor presente neto	44
F. Método del período de recuperación	45
G. Análisis incremental	45
H. Análisis de sensibilidad	46
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>48</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>50</b>
<b>APÉNDICES</b>	
A. Tabla 4.1: Flujo de Caja Alternativa A: Almacenamiento de Bagazo	51
B. Tabla 4.2: Flujo de Caja Alternativa B: Venta de Bagazo a otro Ingenio Productor de electricidad	52
C. Tabla 4.3: Flujo de Caja Alternativa C: Construcción de un ITPP con maquinaria nueva	53
D. Tabla 4.4: Flujo de Caja Alternativa D: Construcción de un ITPP con maquinaria usada	54

## I. INTRODUCCIÓN

El valor de los residuos agrícolas como combustible ha aumentado hoy en día como consecuencia de la creciente preocupación que se tiene por la conservación del medio ambiente, y el incremento del costo de los combustibles fósiles. Estos residuos se utilizan en varias industrias para generar vapor y energía y llenar los requerimientos de la planta en proceso.

Los ingenios azucareros están buscando constantemente mejoras en el rendimiento y eficiencia de sus calderas y plantas de electricidad para afrontar el duro mercado competitivo con que cuenta el sector azucarero guatemalteco. Como consecuencia de ello ha implementado en sus industrias lo que se conoce como Cogeneración, y que se refiere a las plantas con procesos industriales que necesitan vapor para su proceso, para producir energía eléctrica, y luego reciclar el vapor.

Los altos contenidos de fibra de la caña de azúcar –bagazo- que se procesa en los ingenios azucareros y su actual sistema de evaporación respectivo, permiten que desarrollen proyectos eléctricos de cogeneración (ITPP- Independent Thermal Power Plant) adecuado.

El presente trabajo se basa en un ingenio real, siendo éste el Ingenio San José\*. Esta industria tiene las posibilidades técnicas para desarrollar dicho proyecto: con una capacidad actual de molienda de 300 toneladas métricas/hr (a razón de 7,200 toneladas métricas/día) y moliendo 1,150,000 toneladas por zafra.

El Ingenio San José produce su propia energía eléctrica para llevar a cabo la elaboración de azúcar. El problema que se presenta es la existencia excesiva de bagazo que se encuentra apilada en su patio. El ingenio desea encontrarle

---

\* Por razones de confidencialidad para con la empresa se omitirá el verdadero nombre y se referirá a él como el Ingenio San José.

una solución urgente al problema debido a que se está desperdiciando combustible. La solución al mismo será analizar cada una de las cuatro alternativas propuestas:

(1) Alternativa A

Seguir operando como hasta ahora se ha hecho, desperdiciando el combustible o bagazo y utilizando sólo el necesario para crear la energía eléctrica para el ingenio azucarero.

(2) Alternativa B

Vender el bagazo a otro ingenio azucarero que ya posea un ITPP.

(3) Alternativas C y D

Crear un ITPP adecuado para este ingenio azucarero con el fin de que pueda vender energía eléctrica a la empresa nacional generadora de electricidad -EEGSA. En éste existen dos posibilidades:

- Alternativa C: Construir la con maquinaria nueva
- Alternativa D: Construir la con maquinaria usada

Este estudio está destinado a determinar cuál de las alternativas propuestas es la que se debe seleccionar mediante la utilización de herramientas propias de Ingeniería Industrial, más específico, de Ingeniería Económica. El trabajo pretende orientar las recomendaciones hacia el Ingenio San José para que el mismo tome en cuenta las alternativas que se establecen en el presente estudio.

La decisión que se tomará será con base en: la que otorgue las máximas utilidades a la empresa y aproveche al máximo su residuo agrícola, i.e., el bagazo de la caña de azúcar. Este último será utilizado como combustible para la

generación de energía eléctrica con el propósito de que sea vendida a la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA).

Por último, con el proyecto seleccionado, debe observarse en cuánto tiempo se recuperará la inversión y estudiar si es factible realizar la inversión debido a que el país posee una economía inestable.

El objetivo que se persigue es realizar un estudio económico completo y profundo para decidir qué es lo mejor que puede hacerse para no desperdiciar el bagazo excedente y proponer posibles soluciones: optar por la mejor.

Para lograr con el objetivo se inició la recolección de datos bibliográficos acerca de la evaluación y preparación de proyectos, así como para elaborar presupuestos para la construcción de la planta térmica generadora de electricidad. Así también, se recurrió a experiencias de los ingenieros expertos en la industria azucarera.

Entre los datos importantes que se obtuvieron cabe mencionar: índices de producción y desechos, datos de precios nacionales del bagazo, datos de mano de obra, datos históricos de producción.

Una vez que se terminó de recolectar los datos y la información, se procedió a realizar el estudio económico. Este consistió en diseñar y analizar cada una de las alternativas. Luego se procedió a analizar en conjunto todas las alternativas que se tienen y realizar las respectivas recomendaciones.

Los resultados que se obtuvieron después de realizar dicho estudio son los siguientes: La alternativa A debe ser desechada. Si la empresa no considera el hecho de invertir dinero en la empresa, se recomienda la alternativa B. Ahora, en caso de que la empresa decidiera realizar la inversión, se debe optar por la alternativa C (construcción con maquinaria nueva). La recuperación de capital se obtiene en cuatro años y se tiene al final un VPN alrededor de US\$ 3.7 millones.

Entre las recomendaciones que se dejan al lector para futuros estudios es la de aumentar la capacidad de molienda del Ingenio San José, ahorrando vapor en el proceso para producir mayor cantidad de KWh para vender a la EEGSA. El segundo factor para recomendar es el producir energía eléctrica durante todo el año al quemar combustibles fósiles.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **A. Estudio de proyectos**

La preparación y evaluación de proyectos se ha transformado en un instrumento de uso prioritario ente los agentes económicos que participan en cualquiera de las etapas de la asignación de recursos para implementar iniciativas de inversión.

La preparación y evaluación de proyectos no debe tomarse como decisivo, sino sólo como una posibilidad de proporcionar más información a quien debe decidir. (Sapag y Sapag, 1997)

#### **1. Preparación y evaluación de proyectos**

Un proyecto no es ni más ni menos que la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver, entre tantas, una necesidad humana.

El proyecto surge como respuesta a una idea que busca, ya sea la solución de un problema o la forma para aprovechar una oportunidad de negocio, que por lo general corresponde a la solución de un problema de terceros. Se pretende dar la mejor solución al problema económico que ha sido planteado y así conseguir que se disponga de los antecedentes y la información necesarios. Esto permitirá asignar en forma racional los recursos escasos a la alternativa de solución más eficiente, segura y rentable frente a una necesidad humana percibida.

Al identificar un problema que se va a solucionar con el proyecto o una oportunidad de negocios que se va a aprovechar con él, se deberá, prioritariamente, buscar todas las opciones que conduzcan al objetivo. Cada opción será un proyecto para ser evaluado.

Múltiples factores influyen en el éxito o fracaso de un proyecto. Las causas pueden ser múltiples y de diversa naturaleza. La inestabilidad de la naturaleza, el entorno institucional, la normativa legal y muchos otros factores hacen que la predicción perfecta sea un imposible.

Lo anterior no debe servir de excusa para no evaluar proyectos. Por el contrario, con la preparación y evaluación será posible la reducción de la incertidumbre inicial respecto de la conveniencia de llevar a cabo una inversión. La decisión que se tome con más información siempre será mejor, salvo el azar, que aquella que se tome con poca información (Sapag y Sapag, 1997).

## **2. La toma de decisiones asociadas a un proyecto:**

En el mundo moderno cada vez es menor la posibilidad de tomar decisiones en forma unipersonal. Por lo regular, los proyectos están asociados interdisciplinariamente y requieren diversas instancias de apoyo técnico antes de ser sometidos a la aprobación del nivel decisivo que corresponda. Resulta obvio señalar que la adopción de decisiones exige disponer de un sinnúmero de antecedentes que permitan que esta se efectúe inteligentemente.

Actualmente los cambios de toda índole se producen a una velocidad vertiginosa, resulta imperiosamente necesario disponer de un conjunto de antecedentes justificatorios que aseguren una acertada toma de decisiones. Esta misma hará posible disminuir el riesgo de errar al decidir la ejecución de un determinado proyecto. A todo este conjunto de antecedentes justificables en donde se establecen ventajas y desventajas que significan la asignación de recursos a una determinada idea o a un objetivo determinado se denomina "evaluación de proyectos" (Sapag y Sapag, 1997).

### **3. La evaluación de proyectos**

Pretende medir objetivamente ciertas magnitudes cuantitativas que resultan del estudio del proyecto. Da origen a operaciones matemáticas que permiten obtener diferentes coeficientes de evaluación. Lo anterior no significa desconocer la posibilidad de que puedan existir criterios diferentes de evaluación para un mismo proyecto. Lo realmente decisivo es poder plantear premisas y supuestos válidos que hayan sido sometidos a convalidación a través de distintos mecanismos y técnicas de comprobación. Las premisas y supuestos deben nacer de la realidad misma en la que el proyecto estará inserto y en el que deberá rendir sus beneficios.

Por otra parte, la clara definición de cuál es el objetivo que se persigue con la evaluación constituye un elemento clave para tener en cuenta en la correcta selección del criterio evaluativo (Sapag y Sapag, 1997).

### **4. Los proyectos en la planificación del desarrollo:**

El futuro, construido por todos nosotros, incidirá en cada agente económico ahora, en el momento en que debemos efectuar el proceso de evaluar un proyecto cuyos efectos esperamos para mañana. Ese mañana nos afecta hoy, que es cuando podemos hacer algo para estar en condiciones de aprovechar las oportunidades del futuro.

En cualquier proyecto debe decidirse antes cuánto será el monto de la inversión que debe hacerse para su puesta en marcha. Sin embargo, esa decisión estará sustentada en proyecciones de mercado, crecimiento de la población, del ingreso, de la demanda, de las características propias del bien o servicio que se desea producir, etc. Sobre la base de esa exploración del futuro, se adopta hoy una decisión, la que en definitiva será más o menos acertada, según sea la calidad y acuciosidad de la investigación y de sus proyecciones.

Planificar el desarrollo significa determinar los objetivos y las metas dentro de un sistema económico, para una forma de organización social y para una determinada estructura política en un horizonte de tiempo determinado. La planificación del desarrollo obliga a concebir los objetivos de tal manera que pueda demostrarse que ellos son realistas y viables, que los medios son los óptimos y están disponibles para lograr los objetivos trazados, y que éstos son compatibles con aquéllos.

Todas estas herramientas pretenden conseguir que la asignación de recursos se efectúe con criterios de racionalidad, de previsión de hechos, de fijación de metas coherentes y coordinadas. La preparación y evaluación de proyectos surge de la necesidad de valerse de un método racional que permita cuantificar las ventajas y desventajas que implica asignar recursos escasos y de uso optativo a una determinada iniciativa, la cual necesariamente deberá estar al servicio de la sociedad y del hombre que en ella vive (Sapag y Sapag, 1997).

## **B. Proceso de preparación y evaluación de proyectos**

A la hora de preparar un proyecto, encontramos múltiples variables que se pueden y deben cuantificar. Sólo la simulación precisa de cómo operaría el proyecto una vez puesto en marcha, permitirá determinar las consecuencias económicas que de ella se deriven (Sapag y Sapag, 1997).

### **1. El estudio del proyecto como proceso**

El proceso de un proyecto reconoce cuatro grandes etapas: idea, preinversión, inversión y operación.

Etapa de idea: La organización está estructurada operacionalmente de nuevas ideas de proyectos. Busca en forma ordenada identificar problemas que puedan resolverse y oportunidades de negocio que puedan aprovecharse. Las diferentes formas de solucionar un problema o aprovechar una oportunidad

constituirán las ideas del proyecto. De igual forma, podrán aprovecharse oportunidades del negocio al vender materiales de desecho que podrían estar desperdiándose, o también procesándolos para darles algún valor agregado y poder venderlos.

Etapa de preinversión: Se realizan estudios de viabilidad. La preinversión está constituida por dos etapas:

- (1) **Formulación y preparación del proyecto**: Define todas las características que tengan algún grado de efecto en el flujo de ingresos y egresos monetarios del proyecto y calcular su magnitud. Aquí se reconocen dos subetapas: la de recopilar información (o crear la no existente); y otra que se encarga de sistematizar, en términos monetarios, la información disponible. Esta sistematización se traduce en la construcción de un flujo de caja proyectado, que servirá de base para la evaluación de proyectos.
- (2) **Evaluación del proyecto**: mide la rentabilidad de la inversión. Es posible distinguir tres subetapas: medición de la rentabilidad del proyecto (se hace sobre la base de un flujo de caja que se proyecta en una serie de supuestos), el análisis de las variables cualitativas (complementa a la evaluación realizada con todos aquellos elementos no cuantificables que podrían incidir en la decisión de realizar o no el proyecto) y la sensibilización del proyecto (sensibilizar todos aquellos aspectos que podrían, al tener mayores posibilidades de un comportamiento distinto al previsto, determinar cambios importantes en la rentabilidad calculada) . Esta etapa de evaluación del proyecto incluye a su vez varios niveles:
  - *Estudio de perfil*: se elabora a partir de la información existente, juicio común y de la opinión de la experiencia. Incluye estimaciones muy globales de las inversiones, costos o ingresos, sin entrar en investigaciones de terreno. Más que calcular la rentabilidad del proyecto, se busca determinar si existe alguna

razón que justifique el abandono de una idea antes de que se destinen recursos. En este nivel se seleccionan aquellas opciones de proyectos que se muestran más atractivas para la solución de un problema o el aprovechamiento de una oportunidad.

- *Nivel de prefactibilidad:* Profundiza la investigación. Se estiman las inversiones probables, los costos de operación y los ingresos que demandará y generará el proyecto. Proceso de selección de alternativas. Como resultado surge la recomendación de su aprobación.
- *Nivel de factibilidad:* Se elabora sobre la base de antecedentes precisos obtenidos mayoritariamente a través de fuentes primarias de información. El cálculo de las variables financieras y económicas debe ser lo suficientemente demostrativo para justificar la valoración de los distintos ítemes.

El análisis completo de un proyecto requiere, por lo menos, la realización de cuatro estudios complementarios: de mercado, técnico, organizacional administrativo y financiero. La figura # 1 esquematiza los cuatro estudios (Sapag y Sapag, 1997).

Figura 2.1  
Estudio de viabilidad económica

Estudio de viabilidad económica			
Formulación y Preparación			Evaluación
Obtención de información		Construcción flujo de Caja	Rentabilidad Análisis cualitativo Sensibilización
Estudio de mercadeo	Estudio técnico	Estudio de la organización	Estudio Financiero

(Sapag y Sapag, 1997)

## **2. El estudio técnico del proceso**

Objetivo: Proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación relacionados con esta área.

Uno de los resultados de este estudio será definir la función de producción que optimice la utilización de los recursos disponibles en la producción del bien o servicio del proyecto. Podrá obtenerse la información de las necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales, tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto. Aquí se determinan los requerimientos de equipos de fábrica para la operación y el monto de la inversión correspondiente (Sapag y Sapag, 1997).

## **3. El estudio del mercado**

En este punto se define la cuantía de su demanda e ingresos de operación, como los costos e inversiones implícitos.

Son cuatro los aspectos que deben estudiarse:

- (3) El consumidor y las demandas del mercado y del proyecto, actuales y proyectadas.
- (4) La competencia y las ofertas del mercado y del proyecto, actuales y proyectadas.
- (5) Comercialización del producto del proyecto.
- (6) Los proveedores y la disponibilidad y precio de los insumos, actuales y propuestos (Sapag y Sapag, 1997).

## **4. El estudio organizacional y administrativo**

Para cada proyecto es posible definir una estructura organizativa que más se adapte a los requerimientos de su posterior operación. Conocer esta estructura es fundamental para definir las necesidades de personal calificado

para la gestión y por lo tanto, estimar con mayor precisión los costos indirectos de la mano de obra ejecutiva.

Es preciso simular el proyecto en operación. Para ello deberán definirse, con el detalle que sea necesario, los procedimientos administrativos que podrían implementarse junto con el proyecto.

La decisión de desarrollar en forma interna actividades que pudieran subcontratarse, influye directamente en los costos por la mayor cantidad de personal que pudiera necesitarse, la mayor inversión en oficinas y equipamiento, el mayor costo en material y otros insumos. Como puede apreciarse, una decisión que pareciera ser secundaria lleva asociadas una serie de inversiones y costos que ningún estudio de proyectos podría desconocer.

Un análisis muy simple muestra la influencia de los procedimientos administrativos sobre la cuantía de las inversiones y costos del proyecto. Los sistemas y procedimientos contable-financieros, de información, de planificación y presupuesto, de personal, adquisiciones, crédito, cobranzas y muchos más, van asociados a costos específicos de operación.

Ninguna de estas consideraciones puede dejarse al azar. De su propio análisis se derivarán otros elementos de costos que, en suma, podrían hacer no rentable un proyecto que, según estimaciones preliminares, haya parecido conveniente implementar (Sapag y Sapag, 1997).

## **5. El estudio financiero**

Objetivos: Ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionaron las etapas anteriores; elaborar los cuadros analíticos y antecedentes adicionales para la evaluación del proyecto; evaluar los antecedentes para determinar su rentabilidad.

La sistematización de la información financiera consiste en identificar y ordenar todos los puntos de inversiones, costos e ingresos que puedan deducirse de los estudios previos. Sin embargo, en esta etapa pueden definirse todos aquellos elementos que debe suministrar el propio estudio financiero como por ejemplo el cálculo del monto que debe invertirse en capital de trabajo o el valor de desecho del proyecto.

Las inversiones del proyecto pueden clasificarse según corresponda en terrenos, obras físicas, equipamiento de fábrica y oficinas, capital de trabajo, puesta en marcha y valor residual de las inversiones y otros.

Los ingresos de operación se deducen de: (1) la información de precios y demanda proyectada calculados en el estudio de mercado; (2) de las condiciones de venta; y (3) de las estimaciones de venta de residuos y del cálculo de ingresos por venta de equipos -cuyo reemplazo está previsto durante el período de evaluación del proyecto según antecedentes que pudieran derivarse de los estudios técnicos (para el equipo de fábrica), organizacional (para el equipo de oficinas) y de mercado (para el equipo de ventas).

Los costos de operación se calculan por información de prácticamente todos los estudios anteriores. Existe, sin embargo, un ítem de costo que debe calcularse en esta etapa: el impuesto a las ganancias. Este desembolso es consecuencia directa de los resultados contables de la empresa, que pueden ser diferentes de los resultados efectivos obtenidos de la proyección de los estados contables de la empresa responsable del proyecto.

El resultado de la evaluación se mide a través de distintos criterios que más que optativos, son complementarios entre sí. La improbabilidad de tener certeza de la ocurrencia de los acontecimientos considerados en la preparación del proyecto hace necesario considerar el riesgo de invertir en él. Se han desarrollado muchos métodos para incluir el riesgo e incertidumbre de la

ocurrencia de los beneficios que se esperan del proyecto. Algunos incorporan directamente el efecto del riesgo en los datos del proyecto, mientras que otros determinan la variabilidad máxima que podrían experimentar algunas de las variables para que el proyecto siga siendo rentable. Este último criterio corresponde al análisis de sensibilidad.

Evaluar un proyecto a un plazo fijo puede llevar a conclusiones erradas respecto del mismo. Muchas veces se adopta como norma que un proyecto debe evaluarse a diez años. Sin embargo, es posible que la rentabilidad de un proyecto sea mayor, si su puesta en marcha se posterga algunos períodos. No todos los proyectos rentables deben ponerse en marcha de inmediato, aun cuando existan los recursos necesarios, si se maximiza su rentabilidad al postergar su iniciación.

Puede concluirse que un proyecto es más rentable si se abandona antes de la fecha prevista en la evaluación. Es decir, al igual que debe analizarse la postergación de la puesta en marcha, así también debe considerarse el abandono antes de la finalización prevista. Incluso cuando el proyecto haya sido evaluado, aprobado e implantado, es posible que surja alguna alternativa de inversión que haga recomendable el abandono de la inversión en marcha (Sapag y Sapag, 1997).

### **C. Técnicas de evaluación**

Se usan cinco métodos principales para evaluar los proyectos y para decidir si deben aceptarse o no: (1) el método de recuperación, (2) el método de recuperación descontada, (3) el método del valor presente neto (NPV), (4) el método de la tasa interna de retorno (TIR) y (5) el método modificado de la tasa interna de retorno (TIRM).

Los administradores mejor entrenados toman en cuenta las cinco medidas de evaluación de proyectos porque cada una de ellas proporciona diferentes tipos de información (Weston y Brigham, 1994).

### **1. Período de recuperación:**

Se define como el número esperado de años que se requieren para recuperar el costo de un proyecto. El método del período de recuperación ordinario ignora los flujos de efectivo que van más allá del período de recuperación y no considera el valor del dinero a través del tiempo. Sin embargo el período de recuperación proporciona una indicación del riesgo y la liquidez de un proyecto porque muestra el plazo del tiempo durante el cual el capital invertido estará "sujeto a riesgo".

El período de recuperación exacto podría encontrarse con la siguiente fórmula:

$$\text{Período de recuperación} = \text{Año anterior a la recuperación total} + \frac{\text{Costo no recuperado al principio del año}}{\text{Flujo de efectivo durante el año}}$$

Entre más pequeño sea el período de recuperación, mejores resultados se obtendrán. Y esto depende de la política de la empresa. (Weston y Brigham, 1994).

### **2. Período de recuperación descontado:**

Es similar al método del período de recuperación ordinario excepto porque descuenta los flujos de efectivo al costo de capital del proyecto. Al igual que el período de recuperación ordinario, ignora los flujos de efectivo que van más allá del período de recuperación descontado. La fórmula utilizada para calcular el período es la misma que la que utiliza el método de recuperación simple.

Aunque ambos métodos de recuperación tienen serios inconvenientes como criterios de clasificación de proyectos, proporcionan información acerca del plazo

de tiempo durante el cual los fondos permanecerán comprometidos en un proyecto. Por lo tanto, entre más corto sea el período de recuperación manteniéndose las demás cosas constantes, mayor será la liquidez del proyecto. Además, puesto que los flujos de efectivo que se esperan en el futuro distante generalmente se consideran como más riesgosos que los flujos de efectivo a corto plazo, el método del período de recuperación se usa frecuentemente como un indicador del grado de riesgo del proyecto. Desafortunadamente, ningún método del período de recuperación considera los flujos de efectivo que se extienden mas allá del período de recuperación, y algunas veces estos flujos de efectivo son sustanciales (Weston y Brigham, 1994).

### 3. Valor presente neto:

Descuenta todos los flujos de efectivo al costo de capital del proyecto y posteriormente los suma. El proyecto se acepta cuando esta suma, la cual se conoce como valor presente neto, es positiva.

El fundamento para el uso del método NPV es sencillo. Un NPV de cero significa que los flujos de efectivo del proyecto son justamente suficientes para reembolsar el capital invertido y para proporcionar la tasa requerida de rendimiento sobre ese capital. Si un proyecto tiene un NPV positivo, entonces estará generando más efectivo del que necesita para reembolsar su deuda y para proporcionar el rendimiento requerido a los accionistas, y este exceso de efectivo se acumulará exclusivamente para los accionistas de la empresa.

El NPV puede expresarse de la siguiente manera:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}$$

Donde:

$CF_t$  = flujo neto de efectivo esperado en el período  $t$

$k$  = costo del proyecto

(Weston y Brigham, 1994).

#### 4. Tasa interna de retorno (TIR)

Se define como aquella tasa de descuento que hace que el valor presente neto de un proyecto sea igual a cero. El proyecto se acepta cuando la tasa interna de retorno es mayor que el costo de capital del proyecto, es decir:

$$PV(\text{Flujos de entrada}) = PV(\text{Costos de inversión})$$

O de manera equivalente:

$$\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Por qué es tan especial aquella tasa de descuento en particular que iguala el costo de un proyecto con el valor presente de sus ingresos? Porque la tasa interna de retorno sobre un proyecto es igual a su tasa esperada de retorno, y si la TIR es superior al costo de los fondos que se usaron para financiar el proyecto, quedará un superávit después de que se haya pagado el capital, y dicho superávit se acumulará para los accionistas de la empresa. Por consiguiente el aceptar un proyecto, cuyo TIR es superior a su costo de capital, aumenta la riqueza de los accionistas. Por otra parte, si la TIR es inferior a su costo de capital, entonces la aceptación del proyecto producirá un costo sobre los accionistas actuales. Es precisamente esta característica de "punto de equilibrio" lo que hace que la TIR sea útil al evaluar proyectos de capital (Weston y Brigham, 1994).

Los métodos del VPN y de la TIR producen las mismas decisiones: acéptese/ rechácese en el caso de proyectos independientes, pero si los proyectos son mutuamente excluyentes, entonces pueden presentarse rangos conflictivos. Cuando dichos conflictos se presentan, generalmente deberá usarse el método del VPN. El método del VPN y el de la TIR son superiores al método del período de recuperación, pero el VPN es por lo común la mejor medida individual sobre la rentabilidad del proyecto (Weston y Brigham, 1994).

El método del VPN asume que los flujos de efectivo se pueden reinvertir al costo de capital de la empresa, mientras que el método de la TIR supone que la reinversión se hace a la TIR del proyecto. Debido a que la reinversión al costo de capital es por lo general un mejor supuesto (más cercano a la realidad), el VPN es un método superior a la TIR (Weston y Brigham, 1994).

### 5. Tasa interna de retorno modificada (TIRM)

Corrige algunos de los problemas que se presentan con la tasa interna de retorno ordinaria. El TIRM implica la obtención del valor terminal (TV) de los flujos de entrada de efectivo, compuesto al costo de capital de la empresa, y posteriormente la determinación de la tasa TIRM que hará que el valor presente del valor terminal sea igual al valor presente de los flujos de salida (Weston y Brigham, 1994).

$$Costo = \frac{TV}{(1 + TIRM)^n} = \frac{\sum_{t=1}^n CIF_t (1 + k)^{n-t}}{(1 + TIRM)^n}$$

Donde:

TV= Valor terminal: valor futuro de los flujos de entrada de efectivo

CIF = Flujos de entrada de efectivo (todos los números positivos)

### D. Historia de la energía eléctrica en Guatemala

La historia de la electrificación en Guatemala se remonta a los años 1870-1930. Son construidas plantas privadas que operan bajo concesiones para vender energía eléctrica. También por esta época nace la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA) que obtiene una concesión por 50 años. En 1959 se crea el INDE otorgándosele el monopolio del sector eléctrico. Este último adquiere algunas de las plantas privadas para integrarlas al sistema INDE-EEGSA.

Durante los años 60's se crea el sistema interconectado INDE-EEGSA e inicia la especialización en generación y distribución. EEGSA deja de invertir en generación por acercarse el fin de la concesión previsto para 1972.

Con los años 70's llega una crisis petrolera a nivel mundial, lo cual inicia el deterioro de la posición financiera de la EEGSA. A partir de entonces las tarifas son fijadas por el gobierno, y es aquí donde se empieza a hablar de realizar las construcciones de las grandes hidroeléctricas.

La historia de la electrificación en Guatemala puede dividirse en cuatro etapas, siendo estas:

Primera Etapa	1980-1990	El Estado como generador
Segunda Etapa	1991-1997	La Reforma
Tercera Etapa	1997-1999	El Mercado
Cuarta Etapa	Futuro	Consolidación y Desarrollo

### **1. Primera etapa: 1980 - 1990 El Estado Como Generador**

Durante esta época el sistema consolida su estructura hidroeléctrica con el ingreso de Chixoy y la preparación de Chulac y Xalalá. Al final del período se empiezan a retrasar las inversiones sin concretar los proyectos de Chulac y Xalalá. Además no existe algún tipo de financiamiento, ni en quetzales, ni en dólares americanos, por lo que la llamada "rueda de caballitos" (ciclo de pagos y subsidios gobierno-EEGSA-INDE-préstamos externos) se hace permanente. La mayoría de la deuda externa la paga el gobierno. Aparecen crisis de credibilidad técnica (falla Chixoy y Aguacapa) y señalamientos de corrupción. El sistema eléctrico se caracteriza por múltiples apagones. En este punto, el sistema sigue basado en energía hidráulica y no tiene capacidad de inversión. A esto es necesario agregar algunas condiciones macroeconómicas adversas al sector:

devaluación del quetzal, crisis fiscal recurrente e insostenible déficit de las empresas públicas. Esta es la peor de las etapas, el sector eléctrico toca fondo.

Llegan a darse los primeros intentos para un cambio de política, ellos son:

- (1) La presidencia del INDE principia a hablar de cogeneración privada (generación para autoconsumo con subproductos de la molienda; el exceso se vende en el sistema).
- (2) Los nuevos conceptos son promovidos por la presidencia del INDE. Aún no son institucionales.
- (3) A nivel técnico se inicia la capacitación y el estudio de nuevos modelos sectoriales y experiencias internacionales.

## **2. Segunda etapa: 1991 - 1996 La Reforma**

Esta se divide en dos fases. La primera fase comprende los años 1991-93 y la segunda etapa de 1994-96.

### **Primera fase 1991-93:**

Esta fase es caracterizada por un crecimiento de la demanda y un estancamiento de la oferta. Existe un reconocimiento de que el modelo estatal ha fracasado. Por esta razón se empiezan a eliminar los subsidios y se dan distorsiones tarifarias. La crisis financiera estatal limita las inversiones.

El INDE decide, con anuencia del gobierno, salirse del negocio: el negocio de la oferta se hará mediante generación privada: "privatizar el crecimiento". Algunas de las acciones del INDE fueron:

- Reducción de costos de suministros, especialmente combustibles.
- Reducción de personal.
- Incremento de productividad.

- Mejora en la posición financiera y reestructuración de la carga financiera

Es aquí donde se propone la ley de desmonopolización del INDE. En este momento EEGSA se da cuenta que necesita subsidio debido a que los costos de producción son más altos que la tarifa.

### **Segunda fase 1993-96:**

Se mantiene la política de crecimiento privado de la oferta de energía. Aun así, la demanda sigue creciendo. Se aprueba la nueva ley del INDE en diciembre de 1996. Se incrementa la participación privada. (ver tabla 2.1)

Tabla 2.1

Plantas generadoras privadas que iniciaron su operación entre 1991 a 1996

<b>Planta</b>	<b>MW</b>	<b>Inversión (US\$mill.)</b>
Río Bobos	10	18.0
Capulín	4	7.2
Tampa	78	70.0
Ing. Santa Ana	48	32.6
Ing. Concepción	30	10.6
Ing. Pantaleón	60	22.8
Ing. La Unión	30	22.9
Arena Power	13	8.2
PQPC*	110	90.7
<b>TOTAL</b>	<b>383</b>	

Un aspecto común en ambas etapas fue el hecho de que se comienza a percibir el efecto de la generación privada con la operación de nuevos proyectos:

- La calidad del servicio mejora (no hay apagones, estabilidad, certeza de entrega).
- Se atiende la demanda insatisfecha.
- Los precios reflejan las tendencias mundiales de los insumos básicos de generación.

\* Puerto Quetzal Power LLC (PQPC)

- Se observan efectos positivos en áreas marginales

### **3. Tercera etapa: 1997 - 1999 El Mercado**

Se convierte en política de Estado, primero amplía la participación privada (comercialización y distribución) en el sector energía. Y segundo, no realizar inversiones en el sector público, salvo por vía de la financiación de subsidios para la inversión para electrificación rural. Con esta medida tomada por el gobierno se continuó liberalizando el mercado al abrir mayores niveles de competencia en el mismo. A partir de este momento todas las transacciones son realizadas en dólares americanos.

Durante esta fecha entra en vigencia el nuevo marco legal de la Ley General de Electricidad (decreto no. 93-96 de fecha 15 de noviembre de 1996).

Se deroga el artículo del Código Civil sobre fijación de tarifas para servicios públicos por el ejecutivo y con base en esto se observa que:

- Las tarifas dejan de estar en el ámbito político.
- A partir de mayo 1998 se inicia la aplicación de tarifas con estructura técnica. Hasta fecha reciente se aplica la devaluación de la tasa de cambio del quetzal respecto del dólar americano.
- Las tarifas son variables, de acuerdo a reglas que introducen certeza. Se ajustan en términos reales.
- Nuevos proyectos de generación privada con PPA entran en operación.
- Por primera vez en Guatemala ocurren inversiones "mercantes" privadas: GENOR y GGG.
- La planta geotérmica Orzunil entra en operación.
- Se venden activos del sector público eléctrico:

- “Stewart Stevenson” y “La Laguna” con PPA’s.
- Acciones de EEGSA.
- Empresas de distribución del INDE.

Con el nuevo modelo en perfeccionamiento, los inversionistas tienden a asumir progresivamente más riesgos y a producir para el mercado más que para INDE o EEGSA, hasta llegar a inversiones mercantes.

El gobierno decide esperar a la maduración del mercado para introducir participación privada en la generación hidráulica, manteniendo las plantas más importantes bajo su gestión.

En síntesis, el mercado ha empezado a mostrar resultados de eficiencia económica, la institucionalidad se está consolidando, la legislación está en aplicación, el sector público ha salido del negocio y juega un papel subsidiario, las inversiones han crecido hasta el punto de representar más del 50% del mercado de generación y más del 90% del mercado de distribución.

En ese contexto, para agosto 1999 las tarifas de energía se han ajustado esencialmente por efecto del deslizamiento del tipo de cambio y el incremento del precio del petróleo. Como expresión de la preocupación por dicha actualización, una acción orientada a reducir las tarifas puso en peligro la continuidad de las inversiones y la política estatal de respeto a los contratos entre agentes económicos privados: EEGSA y generadores.

Este caso terminó con la baja temporal de los precios a los que INDE vende energía hidráulica a EEGSA.

Se logró que el gobierno mantuviera la línea de política adoptada al inicio del período y que la seriedad de las autoridades contrarrestara acciones anti-mercado (ver tabla 2.2)

Tabla 2.2

Plantas generadoras privadas entre 1991 a 1999

<b>Plantas generadoras privadas que iniciaron su operación entre 1997-1999</b>		
<b>Planta</b>	<b>III</b>	<b>inversión (us\$mill.)</b>
Secacao	16	30.0
Ing. Concepción	22	13.1
Ing. Pantaleón	22	11.4
GENOR*	41	52.0
Laguna	80	33.0
Palmas	90	57.0

<b>Compromisos de inversión e inversiones iniciadas entre 1991-1999</b>	
<b>Planta</b>	<b>En millones de us\$</b>
PQPC	80
Alborada	70
Ingenios	150
Unión Fenosa	100
Hidroeléctricas	100
GGG**	90
San José	180
GENOR	40
Iberdrola	520

#### **4. Cuarta etapa: el futuro: consolidación y desarrollo**

##### **Tendencias:**

- Incremento sostenido de la demanda a tasas superiores al 8% anual.
- Nuevas oportunidades para ampliar inversiones en generación: alta demanda, electrificación rural, Sur de México, El Salvador, Honduras y Belice.
- Nuevas oportunidades para ampliar inversiones en transmisión y distribución, derivadas de la expansión en generación.
- Cobertura: ampliación de la inversión en electrificación rural con infraestructura subsidiada (financiada en una primera fase con recursos provenientes de las ventas de los bienes del Estado).
- Incremento del grado de competencia y eficiencia en el mercado de generación.

\* Generadora Eléctrica del Norte S.A. (GENOR)

\*\* Grupo Generador Guatemala (GGG)

- El Mercado funciona de manera adecuada y eficiente.
- Se observan nuevas tecnologías de generación de electricidad y el uso de nuevos combustibles.
- El ente regulador y el administrador del mercado mayorista ejercen su independencia.
- No existen distorsiones a tarifas ni al funcionamiento del mercado.

**Condiciones para que las tendencias se concreten y se consolide el mercado guatemalteco:**

- La Política macroeconómica responsable.
- El Gobierno se atiene al marco regulatorio vigente.
- El Gobierno no introduce distorsiones al mercado: precios, competencia, información.
- Los contratos se respetan.
- El sector privado ejecuta sus inversiones previstas. (ver tabla 2.3)

Tabla 2.3

Proyectos en construcción y en planificación y desarrollo

<b>Proyectos privados en construcción</b>		
<b>Planta</b>	<b>MW</b>	<b>Inversión (US\$ mill)</b>
Renace	60	108.0
Poza Verde	8	14.4
Matanzas	14	25.2
Pasabién	12	21.6
Las vacas	20	36.0
San José	120	180.0
Constellation/ggg	-	80.0
PQPC	124	106.3

<b>Proyectos privados en planificación y desarrollo</b>		
<b>Planta</b>	<b>MW</b>	<b>Inversión (US\$ mill)</b>
Secacao	4	7.2
Turingla	15	27.0
Energía Global	52	94.0
Choloma	4	7.2
Ing. Concepción	30	3.0

## **E. Usos del bagazo**

Además de su uso como combustible, el exceso de bagazo puede ser útil como:

- Materia prima para la manufactura de planchas aislantes, no combustible, para la construcción.
- Materia prima para la fabricación de pulpa de papel.
- Materia prima para la manufactura de diversos solventes que se emplean en la industria.

## **F. Cogeneración industrial**

El valor de los residuos agrícolas, como combustible, ha aumentado hoy en día como consecuencia de la creciente preocupación que se tiene por la conservación del medio ambiente, y al incremento del costo de los combustibles fósiles. Estos residuos se utilizan en varias industrias para generar vapor y energía para llenar los requerimientos de la planta en proceso.

Los ingenios azucareros están buscando constantemente mejoras en el rendimiento y eficiencia de sus calderas y plantas de electricidad para afrontar el duro mercado competitivo con el que cuenta el sector azucarero guatemalteco. Como consecuencia de ello ha implementado en sus industrias lo que se conoce como Cogeneración, lo cual se refiere a las plantas con procesos industriales que necesitan vapor para su proceso, para primero producir energía eléctrica, y luego reciclar el vapor.

La cogeneración se puede definir como la utilización de una única fuente de energía para una producción secuencial de energía eléctrica, trabajo y vapor o intercambio de calor. En otras palabras, cogenerar es una tecnología muy eficiente que utiliza toda la energía disponible en la planta, para generar

electricidad y/o trabajo mecánico y luego utilizar sobrante o desecharla en el proceso en forma de vapor o calor (Payne, 1985).

El bagazo final, o simplemente bagazo, es el material sólido, fibroso, que sale de la abertura trasera del último de los molinos de la batería, después de que se le ha extraído el jugo. En otras palabras es el residuo de la molienda de la caña (Harris, 1992).

### **1. Características de los combustibles:**

Las propiedades que dirigen eficientemente un ciclo de cogeneración son:

- calor específico
- reactividad
- tamaño de partícula
- contenido de azufre y otros elementos que pueden afectar el medio ambiente (Hugot, 1986).

Las calderas para la industria azucarera son usualmente diseñadas para generar el suficiente vapor del bagazo disponible, que llene los requisitos de calor de la fábrica y la potencia. Si son muy eficientes tendrán que disponer del bagazo extra, y si no lo son, entonces deberán hacer uso de los combustibles suplementarios. Ahora bien, las calderas que se instalan para cogeneración deben operar a una eficiencia óptima a toda hora y con todos los tipos de combustibles (Hugot, 1986).

La eficiencia de la caldera varía en función de la humedad del combustible, reactividad del combustible, temperatura de gas que sale y cantidad de aire en exceso requerido para completar eficientemente la combustión.

## **2. Cogeneración de vapor y potencia eléctrica:**

La industria azucarera es muy afortunada en estos días de crisis de energía global, ya que ella misma se provee de su propio combustible en forma de bagazo. Las características excelentes de la caña de azúcar como un colector y almacenador de energía solar ha sido nombrado por muchos científicos e investigadores.

En las fábricas de azúcar, en donde el bagazo se encuentra disponible prácticamente a ningún costo, y en donde el bagazo guardado crea problemas de disposición, el potencial para la conservación de energía es considerable. Para tener una máxima cantidad de potencia extra, debe enfatizarse que el vapor usado en la fábrica primariamente para procesos de calentamiento, con una carga de potencia moderada.

Al generar el vapor a una presión más alta, relativa a la requerida para el proceso de trabajo, considerables cantidades extra de potencia pueden ser normalmente generadas por un turbo-alternador, y esto puede ser alimentado a la parrilla utilitaria para consumo externo. La cantidad de vapor que pasa a través de las turbinas y consecuentemente la salida de potencia, varía de acuerdo al proceso de carga de vapor. Cuando la potencia de salida cae debajo de los requisitos de fábrica, se extrae potencia de la parrilla utilitaria. Por lo tanto, un intercambio de energía eléctrica es efectuado de acuerdo al proceso disponible de vapor (Payne, 1985).

## **3. Cantidad de potencia excedente:**

Para incrementar la potencia disponible para consumo exterior, se requiere una economía mayor en el consumo de vapor para proceso. El requisito esencial en este caso es el intercambio de procesos en lotes continuos, especialmente en los departamentos de ebullición, cristalización y centrifugación. Juntamente con

la utilización máxima de vapores y recompresiones mecánicas de vapor con evaporadores de film, la reducción en el consumo de potencia interna puede lograrse al mejorar la preparación de la caña y reducir el número de molinos en el tandem. Esto proveerá ahorros en el costo de capital al mismo tiempo que se obtendrá una extracción satisfactoria de azúcar. (McBurney, 1997)

#### 4. Factores económicos que influyen en la producción de potencia

Estos incluyen: a) contenido de fibra de la caña; b) longitud de la temporada de molienda c) rapidez de molienda.

##### (1) Contenido de fibra de la caña:

La cantidad de fibra en la caña varía de 12 a 18%, e influye en la disponibilidad de bagazo por tonelada de caña. Si se supone: (1) que el proceso económico de calor se alcanza en un punto tal que solamente se requieren 500 kg de vapor de proceso por tonelada de caña para la producción de azúcar blanca, y (2) si la producción de vapor es de 2.7 kg/kg de bagazo (40% humedad), entonces el bagazo o potencia extra disponible en diferentes variedades de caña, se observa en la siguiente tabla

Tabla # 2.4

Bagazo extra y potencia por tonelada de caña por hora

Fibra % caña	Bagazo 50% M, kg	Extra 40% M, kg	Potencia Extra kWh
12	48.42	40.35	40.34
13	69.83	58.19	51.51
14	91.22	76.02	62.68
15	112.61	93.84	73.85
16	134.00	111.67	85.02
17	155.39	129.49	96.18
18	176.77	147.31	107.34

Las suposiciones que se realizaron en los datos de esta tabla son:

- El bagazo es presecado por los gases de chimenea a una humedad del 40%
- La potencia necesaria para la planta de molienda se asume constante para todas las variedades de caña.
- El consumo de potencia interna es de 32.5 kWh/ton.caña
- La eficiencia de la caldera en G.C.V. es de 71%
- La turbina condensante con extracción tendrá la siguiente rapidez de agua:
- De escape a 200 kPa gauge = 9 kg/kWh
- Condensante a 685 mm Hg de vacío = 4.31 kg/kWh
- Fábrica completamente electrificada
- Eficiencia termodinámica a grosso modo para ambas partes del turbo alternador condensante = 72%
- Proceso de elaboración de vapor = 10%

(Payne, 1985)

Cuando se estima potencia extra disponible, se supone que todo el bagazo ha sido quemado. La tabla anterior muestra que por cada unidad de incremento en el porcentaje de fibra de la caña, habrá 11 kWh de potencia extra por tonelada de caña por hora.

(2) Longitud de la temporada de molienda:

La mayoría de fábricas en el mundo operan alrededor de seis meses al año, excepto cerca de la línea del ecuador, donde la operación es durante todo el año. A medida que la latitud se incrementa, los períodos de operación son reducidos en relación a la distancia del ecuador. Esto se debe a los cambios climáticos que se llevan a cabo a lo largo del año. La naturaleza de la temporada de operación de la fábrica de caña de azúcar es una desventaja cuando se compara con plantas industriales que operan todo el año. Este factor descuenta

los ahorros alcanzados por el bajo precio del combustible. Sería más económico transferir el bagazo, desde fábricas de tamaño medio hacia una gran fábrica central, donde una caldera de alta presión y turbo alternador condensante podrían generar electricidad durante todo el año con eficiencia razonable.

(3) Rapidez de molienda:

Al igual que el contenido de fibra de la caña, una rapidez más alta de molienda tiene una fuerte influencia en la electricidad extra disponible de una fábrica de caña de azúcar.

La siguiente tabla muestra la influencia de la rapidez de molienda en la producción de molienda extra. Para la preparación de esta tabla, se estimó un contenido promedio de fibra del 16% (Payne, 1985).

Tabla # 2.5

Influencia de la rapidez de molienda en la producción de potencia extra

Rapidez de molienda (ton/h)	Bagazo extra		Potencia extra MWh
	(ton/h)	(ton/h)	
	50% M	40% M	
100	13.4	11.17	8.5
150	20.1	16.75	12.75
200	26.8	22.33	17.0
250	33.5	27.91	21.25

A medida que se incrementa la rapidez de molienda, disminuye el costo por tonelada de azúcar. Al estudiar los costos de fábrica de distintos tamaños se ha encontrado que 250 ton/hora es una rapidez óptima.

Aparte de ello, los costos de transporte aumentan y está asociada con atrasos en el abastecimiento de caña. Cuando se toman 250 ton/hora como la rapidez de molienda óptima, entonces de acuerdo a la tabla anterior este tamaño de fábrica puede suplir cerca de 21.25 MWh a la red utilitaria, lo cual puede considerarse un aumento substancial de potencia extra de una fábrica de caña de azúcar (Payne, 1985).

### III. SITUACIÓN ACTUAL Y PROBLEMA QUE SE GENERA

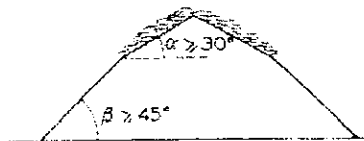
#### A. Almacenamiento del bagazo

La densidad aparente del bagazo hace de éste un material muy voluminoso. Es por ello que el almacenamiento del bagazo que sobra, presenta serios problemas.

Solamente en localidades muy secas, el bagazo puede dejarse a la intemperie. En caso contrario se puede fermentar, descomponer y perder gran parte de su valor como combustible.

Se conserva en forma de cúmulo cónico o piramidal cuya inclinación de la parte superior forme un ángulo con la horizontal aproximadamente de  $30^\circ$  y cuya parte superior se componga de hojas de caña traslapadas como tejas y colocadas longitudinalmente en la dirección de la pendiente, tal como los techos de las chozas de palma (Harris, 1992).

Figura 3.1  
Pila de bagazo al aire libre



Es conveniente almacenarlo bajo techo. El ángulo de reposo es variable pero generalmente se encuentra entre  $45^\circ$  y  $50^\circ$ . De manera que el bagazo almacenado reduzca su volumen, éste debe comprimirse (Harris, 1992).

## **B. Problema que genera**

Los altos contenidos de fibra de la caña de azúcar -bagazo- que se procesa en los ingenios azucareros y su actual sistema de evaporación respectivo permiten que desarrollen proyectos eléctricos de cogeneración (ITPP- Independent Thermal Power Plant) adecuado.

El presente trabajo se basa en un ingenio real, siendo éste el Ingenio San José. Esta industria tiene las posibilidades técnicas para desarrollar dicho proyecto: con una capacidad actual de molienda de 300 toneladas largas/hr (a razón de 7,200 toneladas largas/día) y moliendo 1,150,000 toneladas largas por zafra.

Actualmente el Ingenio San José genera justamente la cantidad de electricidad que necesita para el buen funcionamiento de su fábrica durante la época de molienda. Además, posee un significativo exceso de bagazo apilado fuera de la fábrica cuyo manejo tiene un costo. Se ha optado por realizar un estudio económico para decidir qué hacer respecto del bagazo excedente.

## **IV. ALTERNATIVAS PROPUESTAS**

### **A. Alternativas propuestas**

Se han planteado cuatro alternativas para resolver el problema que origina el exceso de bagazo en el Ingenio San José. De llevarse a cabo, estos proyectos propuestos funcionarían solamente durante la época de molienda siendo ésta aproximadamente entre noviembre a abril. Las alternativas que han sido planteadas, se consideran mutuamente excluyentes, es decir, solamente una de ellas debe y puede ser elegida.

Cada una de las cuatro alternativas fueron evaluadas con tres de las cinco técnicas que existen para evaluar proyectos y decidir si deben o no aceptarse, ellas son: (1) Valor Presente Neto, (2) Tasa Interna de retorno (TIR) y (3) Período de Recuperación. Para esto, se realizó un flujo de efectivo proyectado para cinco años a partir del año en curso. Se supone que todos los proyectos son igualmente riesgosos y que los flujos de efectivo representan valores esperados y que se han ajustado para reflejar los impuestos, la depreciación y los valores de salvamento. Se supone que todos los flujos de efectivos ocurren al final del año designado.

Es importante mencionar que es política de la empresa que toda inversión que se realice en la planta, debe recuperarse en tres o cuatro años para realizar un proyecto que se muestre atractivo. Esto se debe a la inestabilidad económica y política que suele presentarse en nuestro país.

La decisión que se tomará será con base en:

- (1) la que otorgue las máximas utilidades a la empresa y;
- (2) la que aproveche al máximo su residuo agrícola, i.e., el bagazo de la caña de azúcar. Este último será utilizado como combustible para la generación de

energía eléctrica con el propósito de que sea vendida a la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA).

En cuanto al análisis de sensibilidad (para evaluar el riesgo del proyecto), se realizó para todos los factores involucrados en el flujo de caja para el proyecto seleccionado. Esto con el objeto de observar a qué factor es más sensible el proyecto.

En las siguientes líneas se expondrá la determinación de la tasa de retorno mínima atractiva del proyecto y el detalle de cada una de las alternativas, incluyendo su respectivo flujo de caja y evaluación con los tres métodos. Así también se analizaron conjuntamente las cuatro alternativas mediante un análisis incremental. Esto con el fin de asegurar que se está tomando la decisión correcta.

#### **1. Tasa de retorno mínima atractiva (TRMA):**

Para la determinación de la tasa de retorno mínima atractiva de las inversiones, se tomó en cuenta una política de la empresa. Dicha política es que la tasa internacional interbancaria para operaciones activas es la LIBOR (por sus siglas en inglés- London Interbanking Offering Rate). Esta es una tasa de interés determinada día a día en el mercado interbancario en Londres para los créditos y empréstitos internacionales de tipo fluctuante. No sólo las empresas, sino también los bancos centrales la toman en cuenta para ciertas supervisiones a la hora de autorizar líneas de crédito solicitadas por los bancos.

Los bancos o las empresas toman la LIBOR como el precio del dinero a nivel internacional, y a partir de ahí le incorporan el riesgo país, más el riesgo del cliente. Existen otros elementos pero esos dos son los más relevantes.

La tasa para préstamos promedio actualmente es de 5.34%, más 3.5% de riesgo país, más 3 % de riesgo del cliente. En total nuestra TRMA resultaría ser de 11.84%.

## 2. Alternativa A:

### **PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SOLAMENTE PARA AUTOCONSUMO Y ALMACENAMIENTO DE BAGAZO EXCEDENTE**

Esta alternativa es la que actualmente se está llevando a cabo en el ingenio San José, más bien, es la que siempre se ha utilizado.

El ingenio San José tiene una capacidad de molienda de 1,150,000 toneladas largas por zafra. El bagazo saliente del proceso depende del porcentaje de bagazo en caña que existe. De acuerdo a datos históricos se tiene que una cantidad promedio aceptable resulta ser del 26%, hablando en números se puede decir que es de aproximadamente 299,000 toneladas largas en total por molienda. Ahora bien, de esta cantidad de bagazo un porcentaje es utilizado en la producción de electricidad para autoconsumo de la industria, aun así, un porcentaje significativo queda desperdiciado. Así pues, en cada zafra el ingenio desecha aproximadamente 65,780 toneladas largas de bagazo.

¿Qué hacen con esa cantidad al final del período de molienda? ¿Cómo se deshacen de él? El simple hecho de tener almacenado el bagazo ya representa un costo bastante alto para la industria. Además de que les ocupa bastante espacio, los costos se ven distribuidos entre el pesaje y control, y sobre todo en su manejo para deshacerse de él. Este bagazo excedente es quemado en límites territoriales de la empresa, pero el mayor costo lo constituye el hecho de que deben contratar un cargador frontal y su conductor para mover y apilar el bagazo y luego ser quemado. La hora le cuesta al ingenio alrededor de US\$40.00. Y de aquí es que resulta caro su manejo.

El flujo de efectivo para esta alternativa puede observarse en el apéndice tabla 4.1. Tomando en cuenta que solamente existen desembolsos por parte del ingenio y tiene flujos de efectivo negativos, no debe pagar impuestos que representen aquí US\$0.00.

Se deben aprovechar grandes oportunidades que ofrece la rama de la energía eléctrica en Guatemala, debido al crecimiento en la demanda de la misma a nivel nacional. Es por esto que a raíz de esta alternativa surgen las otras tres que serán expuestas a continuación.

Es fácil observar con esta alternativa, que no es que se esté dejando de aumentar los insumos de la compañía, sino simplemente se están desaprovechando grandes oportunidades.

La razón de exponer esta alternativa es para que se observe lo que está pasando en esa empresa y que urge una solución al problema del bagazo. De que se cuantifique el problema y no solamente se quede en meras suposiciones.

### **3. Alternativa B:**

#### **VENTA DE BAGAZO EXCEDENTE A UN INGENIO AZUCARERO QUE YA POSEA ACTUALMENTE UN ITPP**

Como ya se mencionaba anteriormente, esta es una de las soluciones que puede dársele al problema del almacenamiento del bagazo. Si la empresa no desea invertir, una solución fácil y rápida que puede dársele es vender ese bagazo excedente.

La demanda de energía eléctrica ha aumentado hoy en día en nuestro país. El Sistema Nacional Interconectado ya no se da abasto, por lo que está dispuesto a comprar energía eléctrica a industrias privadas del país.

En Guatemala, en la actualidad existen alrededor de diecisiete ingenios azucareros. Desde hace ya bastante tiempo, todos producen la energía eléctrica para autoconsumo. Con el tiempo se dieron cuenta que al ampliar un poco sus instalaciones, construyendo una pequeña subestación e invirtiendo por supuesto capital podía generarse energía eléctrica y contribuir a venderla a la red nacional. Por supuesto, no todos los ingenios tienen una planta de cogeneración construida dentro de sus instalaciones, ya que esto requiere fuertes sumas de dinero. Por lo tanto, los ingenios azucareros que aún no la poseen, pueden decidir vender su bagazo excedente (si lo hay) a otro ingenio azucarero que sí posea un ITPP.

Este es el caso que considera esta alternativa, como puede observarse directamente de la tabla 4.2 (del apéndice), con esta posibilidad no hay necesidad de un desembolso de capital inicial para llevarlo a cabo.

Vender bagazo a otro ingenio azucarero que ya posea un ITPP es una práctica reciente. Fue adoptada a partir del año 2000 en nuestro país ya que ha aumentado el número existente de plantas de cogeneración en los ingenios y se ha visto la rentabilidad de tener una.

A cambio de no hacer nada, la empresa adquiere insumos por la venta del mismo. Este puede ser utilizado posteriormente en la época de reparación del Ingenio San José.

#### **4. Alternativa C:**

### **CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN CON MAQUINARIA NUEVA**

Llegamos a las alternativas en donde es necesario desembolsar capital. Estas dos últimas alternativas son iguales en su diseño de flujo de caja con la

excepción que hay diferencia en el presupuesto de construcción con maquinaria nueva o usada.

Estas alternativas toman en cuenta construir una planta de cogeneración para el ingenio San José con el fin de vender la energía eléctrica producida con el bagazo excedente a la empresa nacional generadora de electricidad -EEGSA. Entonces, pueden definirse dos posibilidades:

- a) **Alternativa C:** Construir la con maquinaria nueva
- b) **Alternativa D:** Construir la con maquinaria usada

Por el momento nos centraremos en la alternativa C y más adelante se explicará la última de las alternativas, la alternativa D.

Los datos que representan esta alternativa pueden verse en el apéndice - tabla 4.3 con su respectivo flujo de caja.

Para poder calcular el nivel de ingresos anual se tomó en cuenta la potencia generada por la planta de cogeneración (de aquí deriva la cantidad de KWh que podrá ser vendida), la cual dependerá directamente de si la maquinaria es nueva o usada.

Es importante mencionar que con el exceso de bagazo que se tiene, se tomó en cuenta que para generar 1 KW de potencia se necesitan 5.19 toneladas de bagazo excedente, produciéndose así 12,212 KW de potencia. Para la alternativa D esta razón resulta ser un poco más alta -de 6.16 ton/ KW- debido a la maquinaria que es usada; en este caso se produce 10,674 KW de potencia.

La alternativa C es la que requiere de la mayor inversión (véase apéndice- tabla 4.5). Para detalle de egresos puede referirse al apéndice- tabla 4.8. La cantidad de impuestos que se debe pagar anualmente constituye el 31% sobre la utilidad bruta y para detalles de la depreciación puede observarse el apéndice - tabla 4.6. Por último es importante señalar que el valor de desecho del proyecto

al final de los cinco años (esto es el valor en libros) será el 40% de su costo inicial, esto corresponde a US\$ 4,900,000.

#### 5. Alternativa D:

### **CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN CON MAQUINARIA USADA**

Esta alternativa es similar a la planteada anteriormente con la diferencia de que se considera la construcción de la planta de cogeneración con maquinaria usada. A la hora de realizar una inversión, los ingenios azucareros toman en cuenta comprar maquinaria usada importada de otros países, cuyo costo es más bajo que el de maquinaria nueva. Esta maquinaria es adaptada para trabajar eficientemente bajo las condiciones imperantes del ingenio azucarero. Es así como adquieren valor económico (valor en libros).

De aquí que la inversión sea menor que la planteada en la alternativa C (apéndice-tabla 4.5). El flujo de efectivo detallado para esta alternativa puede observarse en el apéndice, tabla 4.4. Nuevamente, el pago de impuestos corresponde a un 31% de su utilidad bruta y se consideró que este proyecto no tiene un valor económico (o valor en libros) al final de los cinco años de la evaluación.

## **V. DISCUSIÓN Y RESULTADOS**

### **A. Estimación de Costos**

Para la estimación de los costos anuales de cada uno de los proyectos fue necesario la recolección de datos de la empresa. Se requirió la ayuda de ingenieros expertos en el ramo de la industria azucarera. Fue bastante importante la recolección porque a través de ella pudo elaborarse el presupuesto de construcción de una planta de cogeneración para las alternativas C y D. El presupuesto anual fue utilizado para calcular los egresos de estas dos últimas alternativas.

La alternativa A no utiliza estos egresos porque en ella no es necesario este tipo de maquinaria, solamente interviene la balanza para control y pesado del bagazo. En la alternativa B simplemente es una venta de desecho industrial que también involucra el uso de balanza.

Puede observarse que la mayoría de los datos no varían de año en año, y esto es debido a que el flujo de caja es sólo un pronóstico que incluye un grado de error, el mismo, solamente puede ser medido conforme va pasando el tiempo. Solamente se pretende tener cantidades bastante cercanas a la realidad para poder pronosticar el comportamiento y ver cómo se comporta nuestro proyecto.

Se supuso que el ingenio opera a su capacidad de molienda total(7200 toneladas largas/día), con un número promedio de días igual para todos los años. Los datos históricos nos revelan que un 26% de bagazo en caña es un nivel aceptable para obtener la cantidad de bagazo que se obtiene por temporada de molienda. Respecto de la cantidad de bagazo excedente, resulta ser un promedio también. Y con la potencia sucede algo diferente. Con el uso de calderas se obtiene vapor para generar energía eléctrica. Mientras menos vapor

utilice el ingenio azucarero en su proceso, mayor será la cantidad disponible para la venta. Así es que puede deducirse que si los gerentes tienen el propósito de aumentar la cantidad de KWh (con la capacidad de molienda actual), que entregan a la Energía Eléctrica deben ahorrar vapor en su proceso. De esta manera pudiera aumentarse en una pequeña cantidad la cantidad de vapor generada.

## **B. Las inversiones del proyecto**

Como puede observarse en las tablas 4.1, 4.2, 4.3, y 4.4 (en el apéndice) las alternativas que requieren fuertes inversiones son las alternativa C y D. En las primeras dos no es necesario debido a que la primera representa el estado actual de pérdidas y la segunda una venta del bagazo industrial. Para ver el detalle de las inversiones en las alternativas C y D puede observarse en la tabla 4.5 en el apéndice.

De aquí puede verse que la mayor diferencia entre las inversiones de estas dos últimas alternativas están en la compra de calderas y turbo generadores de condensado nuevos.

## **C. Flujo de Caja**

Los flujos de caja para las cuatro alternativas se realizaron para un corto plazo, es decir, para cinco años, a partir del año siguiente. Es importante observar que todos ellos se encuentran dolarizados, esto es por dos razones: la empresa trabaja todos sus costos dolarizados y segundo porque se elimina la variación de la cantidad por el tipo de cambio con la moneda nacional.

Para las alternativas C y D se supuso que la inversión -el préstamo- se realizará en el año en curso. Esto debido a que durante la época de reparación (año 2001) se llevaría a cabo la compra y construcción de la planta de

cogeneración para estar lista y empezar a andar el proyecto para la zafra 2001-02.

Analizando los flujos de caja de cada proyecto se puede observar que:

- Para la alternativa A puede concluirse que el almacenar bagazo excedente durante la zafra y quemarlo al final de la misma, solamente representa egresos para la empresa y ningún tipo de ingreso. El manejo del bagazo le cuesta a la empresa alrededor de US\$ 70,000 anuales. (apéndice-tabla 4.1)
- Para la alternativa B puede observarse que no hay necesidad de ningún desembolso por parte del ingenio. En esta alternativa existen egresos, pero los mismos se ven compensados por los ingresos, teniendo un flujo de caja positivo para cada uno de los años analizados. Aproximadamente se tiene un ingreso estimado de US\$ 88,000.00 anuales. (apéndice -tabla 4.2)
- En la alternativa C pueden observarse flujos de efectivo tanto negativos como positivos. A pesar de esto, a partir del primer año que empieza a funcionar el proyecto se empiezan a reportar utilidades positivas, lo cual es ventajoso en el hecho de que es señal de recuperación de inversión. De aquí que sus insumos anuales están alrededor de tres millones y medio de dólares anuales. (apéndice -tabla 4.3)
- Por último para la alternativa D puede verse que sucede lo mismo que para la alternativa C con la diferencia que sus utilidades positivas son alrededor de tres millones de dólares anuales. (apéndice- tabla 4.4)

Luego de haber realizado los flujos de efectivo para cada una de las cuatro alternativas, se optó por evaluar el flujo de efectivo por medio de tres métodos que ya fueron mencionados anteriormente y que en las siguientes líneas son analizados uno a uno por separado. Después, y para terminar se evaluaron conjuntamente las cuatro alternativas mediante la realización de un análisis

incremental. Por último al utilizar el flujo de efectivo se realizó el análisis de sensibilidad para todos los factores y los resultados son discutidos más adelante.

#### **D. Método de la tasa interna de retorno**

Para la alternativa A no existe una TIR determinada ya que no hay un cambio de signo en los flujos de efectivo. Lo que nos indica a simple vista que este proyecto debe ser rechazado inmediatamente ya que no es rentable para la empresa, solamente representa pérdidas y además pérdidas de oportunidades.

Para la segunda alternativa tampoco tiene una TIR definida ya que solamente tiene ingresos y no egresos. Luego de hacer un análisis del comportamiento del TIR puede deducirse que la misma tiende al infinito ya que a medida que esta crece, el valor presente neto se acerca a cero. Esto indica que es una posibilidad rentable para la empresa a cambio de no hacer nada, y lo mejor aún, no necesita que se realice inversión alguna.

Con las alternativas C y D sucede algo muy diferente ya que en estas sí se encuentra definido tanto un desembolso como entradas de dinero. La tasa interna de retorno resultó ser de un 21.97% para la alternativa C y de 18.97% para la alternativa D. Con un 10.13% y 7.13% de diferencia con respecto a la TRMA respectivamente, aparecen ante nuestros ojos como alternativas bastante rentables para la empresa. Pero es necesario profundizar más nuestro análisis antes de tomar una decisión. Sigamos con el siguiente método.

#### **E. Método del valor presente neto**

Tomando el valor del dinero en el tiempo, se realizó este método para cada alternativa tomando como tasa de interés la tasa de retorno mínima atractiva (TRMA).

En la alternativa A, como sólo existen pérdidas, entonces se espera que el valor presente neto sea: negativo. Siendo este de US\$ (252,348.98) en total.

Para la alternativa B se tiene un valor presente neto positivo debido a que las utilidades anuales son positivas, en total resultó ser de US\$ 318,673.92.

Para la alternativa C fue de US\$ 3,731,099.48 y de US\$ 1,678,481.73 para la alternativa D, indicando que las fuertes inversiones realizadas en el año cero, fueron excedidas por las fuertes ventas realizadas.

#### **F. Método del período de recuperación**

Este método se realizó únicamente para las alternativas C y D para observar en cuánto tiempo aproximadamente se recupera la inversión. Con el método de valor presente se observó que efectivamente se recupera el capital invertido para ambos proyectos en menos de cinco años, pero no se sabe con exactitud el tiempo. Es por esto que se realizó. Los tiempos resultaron ser de 4 años para las alternativas C y D respectivamente. Podría atreverme a decir que los tiempos de recuperación de capital relativamente son iguales.

Un resumen de todos estos métodos utilizados pueden observarse en el apéndice, tabla 4.10.

#### **G. Análisis Incremental**

Luego de haber realizado los estudios individuales (tanto los flujos de caja como sus evaluaciones) se analizaron en conjunto. En la tabla 4.8 del apéndice puede observarse el detalle del análisis. Las alternativas fueron ordenadas de acuerdo a la cantidad de inversión (de menor a mayor) y luego se fueron comparando de dos en dos. El análisis se hizo así: se comparó uno contra otro proyecto, si la TIR incremental resultaba ser mayor que la TRMA se justificaba el incremento de inversión.

Para comparar los primeros dos proyectos se obtuvo una TIR incremental de infinito. Pero, ¿cómo pudo decidirse que B era mejor que A? Esto se hizo utilizando la lógica. Definitivamente A no es conveniente para la empresa y debe

ser desechada. Automáticamente escogemos B. Al comparar B con D se justificó el incremento y al comparar D con C, nuevamente se justificó el aumento en inversión.

Entonces, de acuerdo al análisis incremental, el proyecto que conviene ser seleccionado es el proyecto C: construcción de la planta de cogeneración con maquinaria nueva. Esto, de acuerdo al método de período de recuperación el capital invertido se recupera (valga la redundancia) en cuatro años.

## **H. Análisis de Sensibilidad**

Entre las alternativas mutuamente excluyentes que se presentaron, solamente una de ellas será elegida. La alternativa que tiende a ser aceptada es la alternativa C debido a que se recupera relativamente rápido la inversión hecha al inicio y produce a la empresa grandes entradas de capital anuales. Es por esto que el análisis de sensibilidad se realizó únicamente para esta propuesta.

La razón de hacer un análisis de sensibilidad radica en que es por medio de él que puede observarse el riesgo del proyecto: en qué factor debe prestarse mayor atención y nunca descuidar.

El análisis incremental se realizó de la siguiente manera:

(1) Los factores que se analizaron fueron:

- La molienda anual (esta resulta ser directamente proporcional con: las horas y días de molienda, la cantidad de bagazo -tanto el total como el disponible para la venta.)
- El porcentaje usado para la generación interna (esta es inversamente proporcional al porcentaje excedente y a la cantidad de potencia de salida, así como para la cantidad de KWh generada para la venta. De aquí que sólo se evaluó uno de los dos factores.)
- el porcentaje de bagazo en caña

- precio del KWh por tonelada
  - y los egresos anuales.
- (2) Los factores se variaron en un intervalo del 50% al 200% siendo el 100% el nivel de referencia (ver apéndice- tabla 4.10).
  - (3) Por medio del análisis se observó cómo varió tanto el Valor Presente Neto del proyecto como el TIR.
  - (4) Luego se graficaron los cinco factores en una sola gráfica para observar el comportamiento de todos ellos en conjunto (ver apéndice -gráfica 4.1).
  - (5) Para poder deducir el factor de mayor riesgo se graficó cada uno de los factores individualmente. Haciendo uso de técnicas estadísticas se realizó una regresión lineal. Observando la pendiente de cada una se tomó en cuenta la siguiente afirmación: a mayor inclinación de la recta más sensible y viceversa.
  - (6) Por último, tomando en cuenta lo anterior se dedujo que el factor más sensible resultó ser el de la cantidad de bagazo que se utiliza en el ingenio para generación de energía eléctrica para autoconsumo y el menos sensible fue el de los egresos.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Luego de haber estudiado y analizado cada una de las alternativas que se propusieron se hizo evidente el problema (con su respectiva cuantificación).

A simple vista del flujo de efectivo para la alternativa A puede decidirse botar esta alternativa y dejarla a un lado. Entonces el problema surge al decidir cuál de las tres últimas alternativas es la que debe aceptarse.

La decisión final dependerá de la empresa. Si la empresa no quiere realizar inversiones en el presente, automáticamente debe optarse por la alternativa B. Si posee el capital para realizar inversiones, debe tomarse en cuenta el tiempo de recuperación de dicha inversión inicial. Para las alternativas C y D puede verse de las tablas respectivas que la inversión de ambas se recupera en menos de cinco años. Son proyectos bastante rentables. A pesar de que la empresa tiene la política de que un proyecto rentable es aquel cuya inversión puede recuperarse en tres o cuatro años, estos proyectos demostraron que el capital se recupera en 4 años respectivamente. Lo cual no está mal.

Si la decisión se basa en las utilidades que retorna el proyecto (analizando a nivel individual los proyectos) debe seleccionarse la alternativa C aunque su tiempo de recuperación sea un poco mayor que el de la alternativa D. Nuestro país lamentablemente no se presta para realizar inversiones grandes, en la industria privada, y que no retornen rápido resultados positivos. Así que el tiempo calculado en este estudio económico es bastante aceptable a pesar de la economía tan inestable en la que nos encontramos.

A nivel grupal el análisis incremental demostró una vez más que el incremento de D hacia C se justifica, y por lo tanto el proyecto seleccionado debe ser la alternativa C teniendo muy en cuenta el hecho de manejar y controlar bien la cantidad de bagazo a ser utilizado internamente para la generación de su

electricidad. Debe procurarse ahorrar un poco más de vapor dentro de la industria para tener una mayor salida de potencia y por ende generar más KWh.

Se sugiere que para futuros estudios de este proyecto, y si la empresa desea profundizarse en el ramo de generación/ venta de energía pueden tomarse en cuenta las dos siguientes recomendaciones:

- (1) Con el fin de aumentar los KWh que puedan venderse, debe analizarse y aumentarse la capacidad de molienda al ingenio a un corto plazo y ahorrar vapor en el proceso.
- (2) Considerar vender energía eléctrica durante todo el año, inclusive en la época de reparación del ingenio San José. Esto puede llevarse a cabo usando combustibles fósiles como bunker C debido a la escasez de bagazo en esta época del año..

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Blank, Leland y Anthony Tarquin. Ingeniería Económica. 4<sup>ta</sup> ed. Colombia, Editorial McGraw-Hill. 722 pp. 1999
- Harris, D.C. Análisis Químico Cuantitativo. 3<sup>a</sup> ed. México, Editorial Iberoamérica. 1852 pp. 1992
- Hugot, E. Manual para Ingenieros azucareros. 3<sup>a</sup> edición. México, Compañía Editorial Continental, S.A. 1477 4 v. 1986.
- En cifras: Guatemala. Edición 1999. Volumen 1 Número 1.1 Global InfoGroup 256Pp.
- Payne, F.W. 1985. Cogeneration Sourcebook. U.S.A.
- Sapag Chain, Nassir y Reinaldo Sapag Chain. Preparación y Evaluación de Proyectos. 3<sup>ra</sup> edición. Colombia: Editorial McGraw-Hill. 1997. Pp. 404.
- Upadhiaya, U.C. "Cogeneration of Steam and Electric Power." International Sugar Journal. Volumen 94 No. 1117. Pp. 2-10. 1992
- Weston, J. Fred y Eugene Brigham. Fundamentos de administración financiera. 10<sup>a</sup> edición. México: Editorial McGraw-Hill. Pp. 1148. 1994.
- Página en internet del Banco de Guatemala: [www.banguat.gob.gt](http://www.banguat.gob.gt)
- Página en internet del Administrador del Mercado Mayorista: [www.amm.org.gt](http://www.amm.org.gt)

TABLA 4.1

**FLUJO DE CAJA ALTERNATIVA A:  
ALMACENAMIENTO DE BAGAZO**

	Año	0	1	2	3	4	6
<b>INGRESOS</b>							
Molienda por temporada anual (toneladas)			1,150,000 ton	1,150,000 ton	1,150,000 ton	1,150,000 ton	1,150,000 ton
Porcentaje Bagazo en caña			26%	26%	26%	26%	26%
Producción Bagazo (toneladas)			299,000 ton	299,000 ton	299,000 ton	299,000 ton	299,000 ton
Porcentaje Bagazo utilizado para generación interna			78%	78%	78%	78%	78%
Porcentaje Bagazo excedente			22%	22%	22%	22%	22%
Cantidad de Bagazo disponible para la venta			65,780 ton	65,780 ton	65,780 ton	65,780 ton	65,780 ton
Precio por tonelada de Bagazo			\$ 4.50	\$ 4.50	\$ 4.50	\$ 4.50	\$ 4.50
Ventas			\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
<b>EGRESOS</b>							
Pesaje y Control			\$ (3,946.80)	\$ (3,946.80)	\$ (3,946.80)	\$ (3,946.80)	\$ (3,946.80)
Manejo y Carga			\$ (65,780.00)	\$ (65,780.00)	\$ (65,780.00)	\$ (65,780.00)	\$ (65,780.00)
Total manejo de bagazo excedente en ingenio			\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)
<b>GASTOS NO DESEMBOLSABLES</b>							
(-) Depreciación			\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Total Egresos			\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)
<b>UTILIDAD BRUTA ( ANTES DE IMPUESTOS)</b>			\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)
(-) IMPUESTOS							
			\$ 31%	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
<b>UTILIDAD NETA ( DESPUES DE IMPUESTOS)</b>			\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)
<b>AJUSTES POR GASTOS NO DESEMBOLSABLES</b>							
(+) Depreciación			\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
<b>EGRESOS NO AFECTOS A IMPUESTOS</b>			\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
(-) Inversiones			\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
<b>BENEFICIOS NO AFECTOS A IMPUESTOS</b>							
(+) Valor desecho de proyecto							\$ 0.00
Total Beneficios no afectos a impuestos			\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)
<b>FLUJO DE CAJA</b>			\$ 0.00	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)	\$ (69,726.80)
Valor Presente (VP)			\$ (62,345.14)	\$ (55,744.94)	\$ (49,843.47)	\$ (44,566.76)	\$ (39,848.68)

Tasa de Retorno Mínima Atractiva (TRMA)	11.84%
Valor Presente Neto (VPN)	\$ (252,348.98)
Tasa Interna de Retorno (TIR)	No hay

TABLA 4.2

FLUJO DE CAJA ALTERNATIVA B:  
VENTA DE BAGAZO A OTRO INGENIERO PRODUCTOR DE ELECTRICIDAD

	Año	0	1	2	3	4	5
<b>INGRESOS</b>							
Molienda por temporada anual (toneladas)			1,150,000 ton	1,150,000 ton	1,150,000 ton	1,150,000 ton	1,150,000 ton
Porcentaje Bagazo en caña			26%	26%	26%	26%	26%
Producción Bagazo (toneladas)			299,000 ton	299,000 ton	299,000 ton	299,000 ton	299,000 ton
Porcentaje Bagazo utilizado para generación interna			78%	78%	78%	78%	78%
Porcentaje Bagazo excedente			22%	22%	22%	22%	22%
Cantidad de Bagazo disponible para la venta			65,780 ton	65,780 ton	65,780 ton	65,780 ton	65,780 ton
Precio por tonelada de Bagazo			4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
Ventas			\$ 296,010.00	\$ 296,010.00	\$ 296,010.00	\$ 296,010.00	\$ 296,010.00
<b>Total Ingresos</b>			\$ 296,010.00	\$ 296,010.00	\$ 296,010.00	\$ 296,010.00	\$ 296,010.00
<b>EGRESOS</b>							
(-) Pesaje y Control			\$ (3,946.80)	\$ (3,946.80)	\$ (3,946.80)	\$ (3,946.80)	\$ (3,946.80)
(-) Manejo y Carga			\$ (65,780.00)	\$ (65,780.00)	\$ (65,780.00)	\$ (65,780.00)	\$ (65,780.00)
(-) Transporte			\$ (98,670.00)	\$ (98,670.00)	\$ (98,670.00)	\$ (98,670.00)	\$ (98,670.00)
(-) Costo del manejo de bagazo en ingenio			\$ (168,396.80)	\$ (168,396.80)	\$ (168,396.80)	\$ (168,396.80)	\$ (168,396.80)
<b>GASTOS NO DESEMBOLSABLES</b>							
(-) Depreciación			\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
<b>Total Egresos</b>			\$ (168,396.80)	\$ (168,396.80)	\$ (168,396.80)	\$ (168,396.80)	\$ (168,396.80)
<b>UTILIDAD BRUTA ( ANTES DE IMPUESTOS)</b>			\$ 127,613.20	\$ 127,613.20	\$ 127,613.20	\$ 127,613.20	\$ 127,613.20
(-) IMPUESTOS							
			31%				
<b>UTILIDAD NETA ( DESPUES DE IMPUESTOS)</b>			\$ (39,560.09)	\$ (39,560.09)	\$ (39,560.09)	\$ (39,560.09)	\$ (39,560.09)
<b>AJUSTES POR GASTOS NO DESEMBOLSABLES</b>			\$ 88,053.11	\$ 88,053.11	\$ 88,053.11	\$ 88,053.11	\$ 88,053.11
(+) Depreciación			\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
<b>EGRESOS NO AFECTOS A IMPUESTOS</b>							
(-) Inversiones			\$ 0.00				
<b>BENEFICIOS NO AFECTOS A IMPUESTOS</b>							
(+) Valor desecho de proyecto							\$ 0.00
<b>FLUJO DE CAJA</b>							
Total Beneficios no afectos a impuestos		\$ 0.00	\$ 88,053.11	\$ 88,053.11	\$ 88,053.11	\$ 88,053.11	\$ 88,053.11
Valor Presente (VP)			78,731.32	70,396.39	62,943.84	56,290.25	50,322.12

Tasa de Retorno Mínima Atractiva (TRMA)	11.84%
Valor Presente Neto (VPN)	\$ 318,673.92
Tasa Interna de Retorno (TIR)	No hay

CONSTRUCCION DE UN ITPP CON MAQUINARIA NUEVA

Año	0	1	2	3	4	5
<b>INGRESOS</b>						
Molienda por temporada anual (toneladas)		1,150,000 ton	1,150,000 ton	1,150,000 ton	1,150,000 ton	1,150,000 ton
Días de zafra		160 días	160 días	160 días	160 días	160 días
Horas totales molidas		3,840 hr	3,840 hr	3,840 hr	3,840 hr	3,840 hr
Porcentaje Bagazo en caña		26%	26%	26%	26%	26%
Producción Bagazo (toneladas)		299,000 ton	299,000 ton	299,000 ton	299,000 ton	299,000 ton
Porcentaje Bagazo utilizado para generación interna		78%	78%	78%	78%	78%
Porcentaje Bagazo excedente		22%	22%	22%	22%	22%
Cantidad de Bagazo disponible para la venta		65,780 ton	65,780 ton	65,780 ton	65,780 ton	65,780 ton
Potencia (KW)		12,212 KW	12,212 KW	12,212 KW	12,212 KW	12,212 KW
Producción total KWh para venta		46,894,080 KWh	46,894,080 KWh	46,894,080 KWh	46,894,080 KWh	46,894,080 KWh
Precio KWh		\$ 0.12	\$ 0.12	\$ 0.12	\$ 0.12	\$ 0.12
Ventas		\$ 5,627,289.60	\$ 5,627,289.60	\$ 5,627,289.60	\$ 5,627,289.60	\$ 5,627,289.60
<b>Total Ingresos</b>		<b>\$ 5,627,289.60</b>	<b>\$ 5,627,289.60</b>	<b>\$ 5,627,289.60</b>	<b>\$ 5,627,289.60</b>	<b>\$ 5,627,289.60</b>
<b>EGRESOS</b>						
Sueldos y Salarios		\$ (155,795.94)	\$ (155,795.94)	\$ (155,795.94)	\$ (155,795.94)	\$ (155,795.94)
Prestaciones Sociales		\$ (10,102.70)	\$ (10,102.70)	\$ (10,102.70)	\$ (10,102.70)	\$ (10,102.70)
Prestaciones Laborales		\$ (23,543.68)	\$ (23,543.68)	\$ (23,543.68)	\$ (23,543.68)	\$ (23,543.68)
Otras Prestaciones		\$ (6,809.14)	\$ (6,809.14)	\$ (6,809.14)	\$ (6,809.14)	\$ (6,809.14)
Insumos		\$ (759,027.75)	\$ (759,027.75)	\$ (759,027.75)	\$ (759,027.75)	\$ (759,027.75)
Otros Descuentos		\$ (77,729.17)	\$ (77,729.17)	\$ (77,729.17)	\$ (77,729.17)	\$ (77,729.17)
Empresa Eléctrica/INDE		\$ (94,887.72)	\$ (94,887.72)	\$ (94,887.72)	\$ (94,887.72)	\$ (94,887.72)
Gastos Generales		\$ (97,234.57)	\$ (97,234.57)	\$ (97,234.57)	\$ (97,234.57)	\$ (97,234.57)
<b>TOTAL</b>		<b>\$ (1,225,130.66)</b>	<b>\$ (1,225,130.66)</b>	<b>\$ (1,225,130.66)</b>	<b>\$ (1,225,130.66)</b>	<b>\$ (1,225,130.66)</b>
<b>CASTOS NO DESEMBOLSABLES</b>						
(-) Depreciación		\$ (1,950,000.00)	\$ (1,950,000.00)	\$ (1,950,000.00)	\$ (1,950,000.00)	\$ (1,950,000.00)
<b>Total Egresos</b>		<b>\$ (3,175,130.66)</b>	<b>\$ (3,175,130.66)</b>	<b>\$ (3,175,130.66)</b>	<b>\$ (3,175,130.66)</b>	<b>\$ (3,175,130.66)</b>
<b>UTILIDAD BRUTA (ANTES DE IMPUESTOS)</b>		<b>\$ 2,452,158.94</b>	<b>\$ 2,452,158.94</b>	<b>\$ 2,452,158.94</b>	<b>\$ 2,452,158.94</b>	<b>\$ 2,452,158.94</b>
<b>(C) IMPUESTOS</b>						
31%		\$ (760,169.27)	\$ (760,169.27)	\$ (760,169.27)	\$ (760,169.27)	\$ (760,169.27)
<b>UTILIDAD NETA (DESPUES DE IMPUESTOS)</b>		<b>\$ 1,691,989.67</b>	<b>\$ 1,691,989.67</b>	<b>\$ 1,691,989.67</b>	<b>\$ 1,691,989.67</b>	<b>\$ 1,691,989.67</b>
<b>AJUSTES POR GASTOS NO DESEMBOLSABLES</b>						
(+) Depreciación		\$ 1,950,000.00	\$ 1,950,000.00	\$ 1,950,000.00	\$ 1,950,000.00	\$ 1,950,000.00
<b>EGRESOS NO AFECTOS A IMPUESTOS (Inversiones)</b>						
Inversiones		\$ (12,250,000.00)				
<b>BENEFICIOS NO AFECTOS A IMPUESTOS</b>						
(+) Valor desecho de proyecto						
<b>Total Beneficios no afectos a impuestos</b>		<b>\$ (12,250,000.00)</b>	<b>\$ 3,641,989.67</b>	<b>\$ 3,641,989.67</b>	<b>\$ 3,641,989.67</b>	<b>\$ 3,641,989.67</b>
<b>FLUJO DE CAJA</b>		<b>\$ (12,250,000.00)</b>	<b>\$ 3,641,989.67</b>	<b>\$ 3,641,989.67</b>	<b>\$ 3,641,989.67</b>	<b>\$ 3,641,989.67</b>

PERIODO DE RECUPERACION:

Año	0	1	2	3	4	5
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO</b>	\$ (12,250,000.00)	\$ 3,641,989.67	\$ 3,641,989.67	\$ 3,641,989.67	\$ 3,641,989.67	\$ 3,641,989.67
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO DESCONTADO</b>	\$ (12,250,000.00)	3,256,428.53	2,911,685.02	2,603,437.97	2,327,823.65	4,881,724.31
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO DESCONTADO ACUMULADO</b>	\$ (12,250,000.00)	(8,993,571.47)	(6,081,886.45)	(3,478,448.48)	(1,150,624.84)	3,731,099.48
Periodo de recuperación descontado (años)		4.24	4 años 2 meses			

Tasa de Retorno Mínima Atractiva (TRIMA)	11.84%
Valor Presente Neto (VPN)	\$ 3,731,099.48
Tasa Interna de Retorno (TIR)	21.97%

FLUJO DE CAJA ALTERNATIVA D:  
CONSTRUCCION DE UN ITPP CON MAQUINARIA USADA

	Año 0	1	2	3	4	5
<b>INGRESOS</b>						
Molienda por temporada anual (toneladas)		1,150,000 ton	1,150,000 ton	1,150,000 ton	1,150,000 ton	1,150,000 ton
Días de zarfa		160 días	160 días	160 días	160 días	160 días
Horas totales molidas		3,840 hr	3,840 hr	3,840 hr	3,840 hr	3,840 hr
Porcentaje Bagazo		26%	26%	26%	26%	26%
Producción Bagazo (toneladas)		298,000 ton	298,000 ton	298,000 ton	298,000 ton	298,000 ton
Porcentaje Bagazo utilizado para generación interna		78%	78%	78%	78%	78%
Porcentaje Bagazo excedente		22%	22%	22%	22%	22%
Cantidad de Bagazo disponible para la venta		65,780 ton	65,780 ton	65,780 ton	65,780 ton	65,780 ton
Potencia (KW)		10,674 KW	10,674 KW	10,674 KW	10,674 KW	10,674 KW
Producción total KW/h para venta		40,988,160 KW/h	40,988,160 KW/h	40,988,160 KW/h	40,988,160 KW/h	40,988,160 KW/h
Precio KW/h		0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Ventas		\$ 4,918,578.20	\$ 4,918,578.20	\$ 4,918,578.20	\$ 4,918,578.20	\$ 4,918,578.20
<b>Total Ingresos</b>		\$ 4,918,578.20	\$ 4,918,578.20	\$ 4,918,578.20	\$ 4,918,578.20	\$ 4,918,578.20
<b>EGRESOS</b>						
Sueldos y Salarios		\$ (155,785.94)	\$ (155,785.94)	\$ (155,785.94)	\$ (155,785.94)	\$ (155,785.94)
Prestaciones Sociales		\$ (10,102.70)	\$ (10,102.70)	\$ (10,102.70)	\$ (10,102.70)	\$ (10,102.70)
Prestaciones Laborales		\$ (23,543.68)	\$ (23,543.68)	\$ (23,543.68)	\$ (23,543.68)	\$ (23,543.68)
Otras Prestaciones		\$ (6,808.14)	\$ (6,808.14)	\$ (6,808.14)	\$ (6,808.14)	\$ (6,808.14)
Insumos		\$ (759,027.75)	\$ (759,027.75)	\$ (759,027.75)	\$ (759,027.75)	\$ (759,027.75)
Otros Descuentos		\$ (77,728.17)	\$ (77,728.17)	\$ (77,728.17)	\$ (77,728.17)	\$ (77,728.17)
Empresa Eléctrica/INDE		\$ (94,887.72)	\$ (94,887.72)	\$ (94,887.72)	\$ (94,887.72)	\$ (94,887.72)
Gastos Generales		\$ (97,234.57)	\$ (97,234.57)	\$ (97,234.57)	\$ (97,234.57)	\$ (97,234.57)
<b>TOTAL</b>		\$ (1,226,130.68)	\$ (1,226,130.68)	\$ (1,226,130.68)	\$ (1,226,130.68)	\$ (1,226,130.68)
<b>GASTOS NO DESEMBOZABLES</b>						
(-) Depreciación		\$ (1,462,000.00)	\$ (1,462,000.00)	\$ (1,462,000.00)	\$ (1,462,000.00)	\$ (1,462,000.00)
<b>Total Egresos</b>		\$ (2,687,130.68)	\$ (2,687,130.68)	\$ (2,687,130.68)	\$ (2,687,130.68)	\$ (2,687,130.68)
<b>UTILIDAD BRUTA (ANTES DE IMPUESTOS)</b>		\$ 2,231,448.54	\$ 2,231,448.54	\$ 2,231,448.54	\$ 2,231,448.54	\$ 2,231,448.54
<b>(-) IMPUESTOS</b>		\$ (691,749.05)	\$ (691,749.05)	\$ (691,749.05)	\$ (691,749.05)	\$ (691,749.05)
<b>UTILIDAD NETA (DESPUES DE IMPUESTOS)</b>		\$ 1,539,699.49	\$ 1,539,699.49	\$ 1,539,699.49	\$ 1,539,699.49	\$ 1,539,699.49
<b>AJUSTES POR GASTOS NO DESEMBOZABLES</b>						
(+) Depreciación		\$ 1,462,000.00	\$ 1,462,000.00	\$ 1,462,000.00	\$ 1,462,000.00	\$ 1,462,000.00
<b>EGRESOS NO AFECTOS A IMPUESTOS (Inversiones)</b>		\$ (9,185,000.00)				
Total Inversiones		\$ (9,185,000.00)				
<b>BENEFICIOS NO AFECTOS A IMPUESTOS</b>						
(+) Valor desecho de proyecto						\$ 0.00
<b>Total Beneficios no afectos a Impuestos</b>						\$ 0.00
<b>FLUJO DE CAJA</b>		\$ (9,185,000.00)	\$ 3,001,699.49	\$ 3,001,699.49	\$ 3,001,699.49	\$ 3,001,699.49

PERIODO DE RECUPERACION:

Año	0	1	2	3	4	5
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO</b>	\$ (9,185,000.00)	\$ 3,001,699.49	\$ 3,001,699.49	\$ 3,001,699.49	\$ 3,001,699.49	\$ 3,001,699.49
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO DESCONTADO</b>	\$ (9,185,000.00)	\$ 2,683,923.01	\$ 2,389,798.10	\$ 2,145,733.28	\$ 1,918,574.10	\$ 1,715,483.25
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO DESCONTADO ACUMULADO</b>	\$ (9,185,000.00)	\$ (6,501,076.99)	\$ (4,101,289.90)	\$ (1,955,555.62)	\$ (36,981.52)	\$ 1,678,481.73
Periodo de recuperación descontado (años)		4.02	4 años			

Tasa de Retorno Mínima Atractiva (TRMA)	11.84%
Valor Presente Neto (VPN)	\$ 1,678,481.73
Tasa Interna de Retorno (TIR)	18.97%

TABLA 4.5

**PRESUPUESTO PARA CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE COGENERACION CON MAQUINARIA NUEVA Y USADA**

	ALTERNATIVA C EQUIPO NUEVO	ALTERNATIVA D EQUIPO USADO
Capacidad de molienda (Toneladas por día)	7200	7200
Suministro Energía por Temporada (MWH)	46894.08	40988.16
Suministro de Energía a EEGSA (KW)	12212	10674
<b>GENERACION DE VAPOR</b>		
Calderas	\$ 3,600,000.00	\$ 2,700,000.00
Construcción	\$ 75,000.00	\$ 75,000.00
Dos tratamientos de agua	\$ 250,000.00	\$ 250,000.00
Sistema de alimentación de agua	\$ 350,000.00	\$ 150,000.00
Manejo de Bagazo	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00
Manejo de Bunker "C"	\$ 1,250,000.00	\$ 1,250,000.00
Instrumentos adicionales para calderas	\$ 150,000.00	\$ 150,000.00
Trabajos civiles	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00
<b>Generación Total de Vapor: U.S. \$</b>	<b>\$ 6,025,000.00</b>	<b>\$ 4,925,000.00</b>
<b>PLANTA DE GENERACION ELECTRICA</b>		
Turbo Generadores de Condensado	\$ 3,000,000.00	\$ 1,500,000.00
Grúa y Construcción	\$ 125,000.00	\$ 100,000.00
Bombas de Circulación	\$ 170,000.00	\$ 130,000.00
Sub-estación de 115 kV	\$ 575,000.00	\$ 575,000.00
Panel de Control y auxiliares	\$ 705,000.00	\$ 705,000.00
<b>Generación Total de Electricidad U.S. \$</b>	<b>\$ 4,575,000.00</b>	<b>\$ 3,010,000.00</b>
<b>Ingeniería, asesoría, administración y otros U.S. \$</b>	<b>\$ 1,650,000.00</b>	<b>\$ 1,250,000.00</b>
<b>Total construcción ITPP U.S. \$</b>	<b>\$ 12,250,000.00</b>	<b>\$ 9,185,000.00</b>

TABLA 4.6

## CALCULO DE LA DEPRECIACION PARA ALTERNATIVAS C Y D

	ALTERNATIVA C EQUIPO NUEVO	ALTERNATIVA D EQUIPO USADO
<b>GENERACION DE VAPOR</b>		
Calderas	\$ 3,600,000.00	\$ 2,700,000.00
Manejo de Bagazo	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00
Manejo de Bunker "C"	\$ 1,250,000.00	\$ 1,250,000.00
Instrumentos adicionales para calderas	\$ 150,000.00	\$ 150,000.00
<b>PLANTA DE GENERACION ELECTRICA</b>		
Turbo Generadores de Condensado	\$ 3,000,000.00	\$ 1,500,000.00
Bombas de Circulación	\$ 170,000.00	\$ 130,000.00
Sub-estación de 115 kV	\$ 575,000.00	\$ 575,000.00
Panel de Control y auxiliares	\$ 705,000.00	\$ 705,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 9,750,000.00</b>	<b>\$ 7,310,000.00</b>
<b>DEPRECIACION (maquinaria)</b>		
20%	<b>\$ 1,950,000.00</b>	<b>\$ 1,462,000.00</b>

TABLA 4.7

DETALLE DE EGRESOS PARA ALTERNATIVAS C Y D

CUENTA	ZAFRA 1999/2000												REPARACION 2000		ANO	
	7.3774	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	ZAFRA	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	REPARACION	1999/2000
SUELOS Y SALARIOS	\$ 23,138.95	\$ 21,861.61	\$ 21,861.61	\$ 21,861.61	\$ 21,861.61	\$ 21,861.61	\$ 21,861.61	\$ 23,138.95	\$ 165,796.84	\$ 21,321.43	\$ 21,650.88	\$ 22,927.44	\$ 21,650.88	\$ 23,168.89	\$ 119,697.53	\$ 299,383.47
PRESTACIONES SOCIALES	\$ 1,443.24	\$ 1,443.24	\$ 1,443.24	\$ 1,443.24	\$ 1,443.24	\$ 1,443.24	\$ 1,443.24	\$ 1,443.24	\$ 16,192.76	\$ 1,443.24	\$ 1,443.24	\$ 1,443.24	\$ 1,443.24	\$ 1,443.24	\$ 7,218.21	\$ 17,319.91
IGSS	\$ 1,283.83	\$ 1,283.83	\$ 1,283.83	\$ 1,283.83	\$ 1,283.83	\$ 1,283.83	\$ 1,283.83	\$ 1,283.83	\$ 9,858.82	\$ 1,283.83	\$ 1,283.83	\$ 1,283.83	\$ 1,283.83	\$ 1,283.83	\$ 4,418.16	\$ 16,496.97
INTECAP	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 667.84	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 388.53	\$ 968.47
IRTRPA	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 667.84	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 78.71	\$ 388.53	\$ 968.47
PRESTACIONES LABORALES	\$ 283.33	\$ 22,323.89	\$ 283.33	\$ 283.33	\$ 283.33	\$ 283.33	\$ 283.33	\$ 283.33	\$ 26,643.88	\$ 22,323.89	\$ 283.33	\$ 283.33	\$ 283.33	\$ 283.33	\$ 23,187.82	\$ 40,688.98
Aguinaldo	\$ 27.11	\$ 22,147.47	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 22,310.14	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 136.66	\$ 22,446.08
Vacaciones	\$ 13.56	\$ 13.56	\$ 13.56	\$ 13.56	\$ 13.56	\$ 13.56	\$ 13.56	\$ 13.56	\$ 94.98	\$ 13.56	\$ 13.56	\$ 13.56	\$ 13.56	\$ 13.56	\$ 87.78	\$ 192.98
Bono 14	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 188.79	\$ 22,147.47	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 27.11	\$ 22,446.08	\$ 22,446.08
Indemnizaciones	\$ 135.55	\$ 135.55	\$ 135.55	\$ 135.55	\$ 135.55	\$ 135.55	\$ 135.55	\$ 135.55	\$ 848.98	\$ 135.55	\$ 135.55	\$ 135.55	\$ 135.55	\$ 135.55	\$ 877.77	\$ 1,928.66
OTRAS PRESTACIONES	\$ 438.62	\$ 872.78	\$ 438.62	\$ 438.62	\$ 438.62	\$ 438.62	\$ 438.62	\$ 438.62	\$ 6,989.14	\$ 438.62	\$ 438.62	\$ 438.62	\$ 438.62	\$ 438.62	\$ 2,162.88	\$ 8,861.74
Alimentación	\$ 108.44	\$ 108.44	\$ 108.44	\$ 108.44	\$ 108.44	\$ 108.44	\$ 108.44	\$ 108.44	\$ 789.18	\$ 108.44	\$ 108.44	\$ 108.44	\$ 108.44	\$ 108.44	\$ 542.22	\$ 1,391.32
Bonificación/ Salarios	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 3,796.61	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 3,796.61
Bonificación Decretos	\$ 322.08	\$ 322.08	\$ 322.08	\$ 322.08	\$ 322.08	\$ 322.08	\$ 322.08	\$ 322.08	\$ 2,644.68	\$ 322.08	\$ 322.08	\$ 322.08	\$ 322.08	\$ 322.08	\$ 322.08	\$ 3,864.81
INSUMOS	\$ 188,889.25	\$ 109,889.25	\$ 188,877.86	\$ 188,877.86	\$ 188,877.86	\$ 188,877.86	\$ 188,877.86	\$ 188,877.86	\$ 769,927.76	\$ 48,689.46	\$ 48,689.46	\$ 48,689.46	\$ 48,689.46	\$ 54,878.31	\$ 241,162.13	\$ 1,698,178.39
Combustibles	\$ 52,488.36	\$ 52,488.36	\$ 52,488.36	\$ 52,488.36	\$ 52,488.36	\$ 52,488.36	\$ 52,488.36	\$ 52,488.36	\$ 387,418.64	\$ 4,170.99	\$ 4,170.99	\$ 4,170.99	\$ 4,170.99	\$ 4,170.99	\$ 29,864.87	\$ 387,418.64
Ferreteria/Herramientas	\$ 677.77	\$ 677.77	\$ 1,186.37	\$ 1,186.37	\$ 1,186.37	\$ 1,186.37	\$ 1,186.37	\$ 1,186.37	\$ 7,297.98	\$ 1,186.37	\$ 1,186.37	\$ 1,186.37	\$ 1,186.37	\$ 1,186.37	\$ 6,911.08	\$ 21,148.41
Lubricantes	\$ 1,782.20	\$ 1,782.20	\$ 1,782.20	\$ 1,782.20	\$ 1,782.20	\$ 1,782.20	\$ 1,782.20	\$ 1,782.20	\$ 12,386.48	\$ 1,782.20	\$ 1,782.20	\$ 1,782.20	\$ 1,782.20	\$ 1,782.20	\$ 2,711.88	\$ 9,609.68
Materia Solidadura	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 3,796.61	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 542.22	\$ 3,862.53	\$ 43,969.37
Materia Eléctrico	\$ 3,862.53	\$ 3,862.53	\$ 3,862.53	\$ 3,862.53	\$ 3,862.53	\$ 3,862.53	\$ 3,862.53	\$ 3,862.53	\$ 26,837.71	\$ 3,862.53	\$ 3,862.53	\$ 3,862.53	\$ 3,862.53	\$ 3,862.53	\$ 18,812.88	\$ 8,806.30
Materia Feroso	\$ 755.44	\$ 755.44	\$ 755.44	\$ 755.44	\$ 755.44	\$ 755.44	\$ 755.44	\$ 755.44	\$ 5,298.08	\$ 755.44	\$ 755.44	\$ 755.44	\$ 755.44	\$ 755.44	\$ 3,777.21	\$ 8,806.30
Químicos Industriales	\$ 12,505.86	\$ 12,505.86	\$ 12,505.86	\$ 12,505.86	\$ 12,505.86	\$ 12,505.86	\$ 12,505.86	\$ 12,505.86	\$ 7,589.82	\$ 12,505.86	\$ 12,505.86	\$ 12,505.86	\$ 12,505.86	\$ 12,505.86	\$ 3,988.88	\$ 85,848.48
Equipo de Laboratorio	\$ 203.33	\$ 283.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 1,423.32	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 1,019.86	\$ 2,489.87
Equipo Instrumentación	\$ 8,048.88	\$ 9,048.88	\$ 9,048.88	\$ 9,048.88	\$ 9,048.88	\$ 9,048.88	\$ 9,048.88	\$ 9,048.88	\$ 83,348.88	\$ 9,048.88	\$ 9,048.88	\$ 9,048.88	\$ 9,048.88	\$ 9,048.88	\$ 46,248.92	\$ 108,689.31
Materia Refractario	\$ 474.44	\$ 474.44	\$ 474.44	\$ 474.44	\$ 474.44	\$ 474.44	\$ 474.44	\$ 474.44	\$ 3,321.87	\$ 474.44	\$ 474.44	\$ 474.44	\$ 474.44	\$ 474.44	\$ 2,372.18	\$ 6,883.28
Repuestos y Equipo Industrial	\$ 21,812.88	\$ 21,812.88	\$ 21,812.88	\$ 21,812.88	\$ 21,812.88	\$ 21,812.88	\$ 21,812.88	\$ 21,812.88	\$ 161,288.98	\$ 21,812.88	\$ 21,812.88	\$ 21,812.88	\$ 21,812.88	\$ 21,812.88	\$ 188,844.91	\$ 268,368.78
Reparaciones Externas	\$ 4,334.34	\$ 4,334.34	\$ 4,334.34	\$ 4,334.34	\$ 4,334.34	\$ 4,334.34	\$ 4,334.34	\$ 4,334.34	\$ 38,348.86	\$ 4,334.34	\$ 4,334.34	\$ 4,334.34	\$ 4,334.34	\$ 4,334.34	\$ 21,871.98	\$ 62,912.88
OTROS DESCUENTOS	\$ 11,184.17	\$ 11,184.17	\$ 11,184.17	\$ 11,184.17	\$ 11,184.17	\$ 11,184.17	\$ 11,184.17	\$ 11,184.17	\$ 77,728.17	\$ 11,184.17	\$ 11,184.17	\$ 11,184.17	\$ 11,184.17	\$ 11,184.17	\$ 66,628.84	\$ 188,260.91
Mercado Mayorista	\$ 4,326.47	\$ 4,326.47	\$ 4,326.47	\$ 4,326.47	\$ 4,326.47	\$ 4,326.47	\$ 4,326.47	\$ 4,326.47	\$ 38,296.31	\$ 4,326.47	\$ 4,326.47	\$ 4,326.47	\$ 4,326.47	\$ 4,326.47	\$ 21,832.37	\$ 61,817.89
Asociación Cogeneradores	\$ 6,777.89	\$ 6,777.89	\$ 6,777.89	\$ 6,777.89	\$ 6,777.89	\$ 6,777.89	\$ 6,777.89	\$ 6,777.89	\$ 47,448.88	\$ 6,777.89	\$ 6,777.89	\$ 6,777.89	\$ 6,777.89	\$ 6,777.89	\$ 33,888.47	\$ 81,382.33
EMPRESA ELECTRICA/ INDE	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 84,887.72	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 87,778.84	\$ 182,864.98
INDE	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 84,887.72	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 13,555.39	\$ 87,778.84	\$ 182,864.98
GASTOS GENERALES	\$ 19,261.61	\$ 13,887.16	\$ 13,887.16	\$ 13,887.16	\$ 13,887.16	\$ 13,887.16	\$ 13,887.16	\$ 13,887.16	\$ 87,284.67	\$ 13,887.16	\$ 13,887.16	\$ 13,887.16	\$ 13,887.16	\$ 13,887.16	\$ 89,866.78	\$ 187,229.38
Asociación	\$ 12,804.28	\$ 12,804.28	\$ 12,804.28	\$ 12,804.28	\$ 12,804.28	\$ 12,804.28	\$ 12,804.28	\$ 12,804.28	\$ 88,828.88	\$ 12,804.28	\$ 12,804.28	\$ 12,804.28	\$ 12,804.28	\$ 12,804.28	\$ 64,821.42	\$ 164,861.42
Gastos de Representación	\$ 40.67	\$ 40.67	\$ 40.67	\$ 40.67	\$ 40.67	\$ 40.67	\$ 40.67	\$ 40.67	\$ 284.88	\$ 40.67	\$ 40.67	\$ 40.67	\$ 40.67	\$ 40.67	\$ 288.33	\$ 487.89
Gastos de Oficina	\$ 135.55	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 1,356.84	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 203.33	\$ 1,018.86	\$ 2,372.19
Papelaria y Utililes	\$ 135.55	\$ 677.77	\$ 677.77	\$ 677.77	\$ 677.77	\$ 677.77	\$ 677.77	\$ 677.77	\$ 4,282.17	\$ 677.77	\$ 677.77	\$ 677.77	\$ 677.77	\$ 677.77	\$ 3,388.95	\$ 7,681.82
Viales al Interior (Váticos)	\$ 135.55	\$ 271.11	\$ 271.11	\$ 271.11	\$ 271.11	\$ 271.11	\$ 271.11	\$ 271.11	\$ 1,882.20	\$ 271.11	\$ 271.11	\$ 271.11	\$ 271.11	\$ 271.11	\$ 1,356.84	\$ 3,117.74
TOTAL	\$ 171,187.19	\$ 183,117.15	\$ 171,586.38	\$ 172,222.37	\$ 170,818.78	\$ 174,817.56	\$ 172,451.31	\$ 172,451.31	\$ 1,226,130.86	\$ 130,744.05	\$ 168,853.14	\$ 115,228.78	\$ 188,853.14	\$ 118,788.91	\$ 677,448.98	\$ 1,882,678.72

TABLA 4.8

ANALISIS INCREMENTAL

	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA D	ALTERNATIVA C
Costo Inicial	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ (9,185,000.00)	\$ (12,250,000.00)
Flujo de Efectivo Año 1	\$ (69,726.80)	\$ 88,053.11	\$ 3,001,699.49	\$ 3,641,989.67
Flujo de Efectivo Año 2	\$ (69,726.80)	\$ 88,053.11	\$ 3,001,699.49	\$ 3,641,989.67
Flujo de Efectivo Año 3	\$ (69,726.80)	\$ 88,053.11	\$ 3,001,699.49	\$ 3,641,989.67
Flujo de Efectivo Año 4	\$ (69,726.80)	\$ 88,053.11	\$ 3,001,699.49	\$ 3,641,989.67
Flujo de Efectivo Año 5	\$ (69,726.80)	\$ 88,053.11	\$ 3,001,699.49	\$ 8,541,989.67
Proyectos Comparados	B con A	D con B	C con D	
Costo Incremental	\$ 0.00	\$ (9,185,000.00)	\$ (3,065,000.00)	
Flujo de Caja Incremental Año 1	\$ 157,779.91	\$ 2,913,646.38	\$ 640,290.18	
Flujo de Caja Incremental Año 2	\$ 157,779.91	\$ 2,913,646.38	\$ 640,290.18	
Flujo de Caja Incremental Año 3	\$ 157,779.91	\$ 2,913,646.38	\$ 640,290.18	
Flujo de Caja Incremental Año 4	\$ 157,779.91	\$ 2,913,646.38	\$ 640,290.18	
Flujo de Caja Incremental Año 5	\$ 157,779.91	\$ 2,913,646.38	\$ 5,540,290.18	
TRMA	11.84%	11.84%	11.84%	
TIR incremental	Infinita	17.65%	27.80%	
Se justifica el incremento?	Si	Si	Si	
Proyecto Seleccionado	B	D	C	

TABLA 4.9

**RESUMEN DE LAS ALTERNATIVAS**

ALTERNATIVA	A	B	C	D
TASA DE RETORNO MINIMA ATRACTIVA (TRMA)	11.84%	11.84%	11.84%	11.84%
VALOR PRESENTE NETO (VPN)	\$ (252,348.98)	\$ 318,673.92	\$ 3,731,099.48	\$ 1,678,481.73
TASA INTERNA DE RETORNO DEL PROYECTO (TIR)	No hay	No hay	21.97%	18.97%
PERIODO DE RECUPERACION (años)	No hay	No hay	4.05 años	3.69 años

**TABLA 4.10**

**ANALISIS DE SENSIBILIDAD PARA ALTERNATIVA C**

VARIACION	VALOR	VP	TIR
28.000%	287.500 ton	0.078 823,23	-8.17%
50.000%	575.000 ton	(2.237 854,02)	2.46%
62.500%	718.750 ton	(317 019,42)	7.52%
64.103%	737.178 ton	(70 780,72)	6.18%
64.880%	742.477 ton	0.00	6.34%
75.000%	882.500 ton	1.803 875,18	12.44%
82.308%	1.081.538 ton	4.282 849,24	19.08%
86.154%	1.105.771 ton	4.853 843,33	20.53%
100.000%	1.150.000 ton	5.444 884,39	21.97%

VARIACION	VALOR	VP	TIR
64.103%	50.000%	28.000 438,70	66.70%
64.880%	50.357%	24.751.103,41	66.19%
75.000%	58.500%	18.983.828,75	63.89%
82.308%	72.000%	9.633.388,89	31.98%
86.154%	75.000%	7.540.122,14	27.92%
100.000%	78.000%	6.444.884,39	18.85%
102.564%	80.000%	4.046.089,22	16.82%
103.846%	81.000%	3.346.846,64	16.82%
107.682%	85.796%	0.00	8.34%
110.286%	86.154%	(248.871,81)	7.98%
125.000%	87.500%	(8.174.169,87)	-14.33%
128.209%	100.000%	(8.820.182,43)	-18.72%

VARIACION	VALOR	VP	TIR
62.308%	24.000%	4.282 855,40	19.08%
86.154%	28.000%	4.853 818,80	20.53%
100.000%	28.000%	5.444 884,39	21.97%
103.846%	28.000%	5.838 057,71	22.93%
107.682%	28.000%	6.038 848,86	23.41%
	28.000%	6.828 813,38	24.83%

VARIACION	VALOR	VP	TIR
50.000%	0.060 \$/KvM	(2.237 854,02)	2.46%
62.500%	0.075 \$/KvM	0.00	8.34%
64.10%	0.077 \$/KvM	(60 834,80)	6.18%
64.56%	0.077 \$/KvM	(60 834,80)	6.18%
75.000%	0.080 \$/KvM	1.803 875,18	12.44%
82.308%	0.111 \$/KvM	4.282 803,93	19.16%
86.154%	0.115 \$/KvM	4.804 872,88	20.41%
100.000%	0.120 \$/KvM	5.444 884,39	21.97%
102.564%	0.123 \$/KvM	5.828 011,31	22.81%
103.846%	0.125 \$/KvM	6.085 085,82	23.83%
107.682%	0.128 \$/KvM	6.597 286,15	24.76%
110.286%	0.132 \$/KvM	6.881.382,07	25.69%
125.000%	0.150 \$/KvM	8.286.153,59	32.17%
128.209%	0.154 \$/KvM	8.798.322,82	32.37%
150.000%	0.180 \$/KvM	13.127.422,80	40.11%
175.000%	0.210 \$/KvM	16.988 692,00	48.98%
200.000%	0.240 \$/KvM	20.809 981,21	57.45%

**RESUMEN**

VARIACION	VALOR	VP	TIR
50.000%	612 695,53	7.635 614,13	27.01%
62.50%	705 796,99	6.889 522,25	25.01%
64.10%	785 340,17	6.936 715,78	24.88%
64.56%	790 844,35	6.630 411,80	24.84%
75.000%	818 848,00	6.281 176,28	24.00%
82.308%	1.130.888,84	5.702 281,88	22.86%
86.154%	1.130.888,84	5.573 544,89	22.24%
100.000%	1.223 130,98	5.444 884,39	21.97%
102.564%	1.236 544,27	5.358 110,86	21.71%
103.846%	1.272 251,07	5.319 224,11	21.66%
107.682%	1.319 371,48	5.187 563,82	21.39%
110.286%	1.350.167,50	5.103 474,58	21.14%
125.000%	1.531 413,33	4.808 562,48	19.83%
128.209%	1.570 380,33	4.501 575,51	18.67%
150.000%	1.837 895,88	3.772 300,81	17.87%
175.000%	2.143 978,66	2.839 008,70	15.79%
200.000%	2.450 281,32	427.133,04	8.44%

VARIACION	Multiplicador actual	% Ingreso por carga	% Ingreso Utilizada para generación interna	Costo KvM	Eficiencia
28.000%	-8.17%			2.46%	27.01%
50.000%	2.46%			8.34%	25.01%
62.50%	7.82%			66.70%	24.88%
64.103%	8.18%			66.15%	24.84%
64.560%	8.34%			63.86%	24.00%
75.000%	12.44%	18.08%		19.16%	22.86%
82.308%	18.08%	20.53%		20.41%	21.97%
86.154%	20.53%	21.97%		21.97%	21.71%
100.000%	21.97%	22.83%		21.97%	21.66%
102.564%	21.97%	23.41%		21.97%	21.39%
103.846%	21.97%	24.83%		21.97%	21.14%
107.682%	21.97%	23.41%	8.34%	19.83%	18.67%
110.286%	21.97%	23.41%	8.34%	18.67%	17.87%
125.000%	21.97%	23.41%	19.72%	15.79%	15.79%
150.000%				8.44%	8.44%
175.000%					
200.000%					

# ANALISIS DE SENSIBILIDAD PARA LA ALTERNATIVA C

