

UNIVERSIDAD DE LA HABANA
SEDE UNIVERSITARIA SANCTI SPIRITUS

TESIS DE MAESTRIA

MAESTRIA EN FINANZAS

**TITULO: Evaluación Financiera de
Proyectos para Incrementar la
Disponibilidad de Electricidad en
Trinidad.**

**AUTORA: Lic. Isis Neisy Ramos
Acevedo**

TUTOR: Mcs. Fidel de la Oliva

2000 -2001

-

DEDICATORIA

A mis padres:

\

Por ser los mejores padres del mundo.

A mi esposo:

Por conocer la magia de hacerme sentir segura solo con el pequeño gran milagro de un beso

A mi hijo:

Cuya vida comienza ahora, para ser el centro de la mía.

-

AGRADECIMIENTO

Muchas son las personas que a lo largo de mi formación académica me ayudaron a lograr ese objetivo. Hoy quiero a través de estas líneas transmitir a todos mis más sinceros agradecimientos.

En primer lugar a los profesores que desinteresadamente cumplieron esa sagrada misión de enseñaron después de haber aprendido.

Agradezco también a las personas que colaboraron en esta investigación, a Fidelito, a Manuel, a Borrás, al claustro de profesores de la maestría.

Entre una gran cantidad de papeles, todos relacionados con este trabajo, tenía una larga lista de profesores, familiares, amigos, compañeros de estudio, etc., a los cuales les debo gratitud. En el penúltimo borrador de estas líneas fui poniéndolos uno a uno, pero después, temerosa de los olvidos escribí este párrafo, en el cual trato de mencionarlos a todos sin nombrar a ninguno.

Si a alguno de ellos le quedaran dudas de mi gratitud, puede consultarme personalmente, y sin temor, pues acostumbro siempre a guardar el borrador de todos mis trabajos.

INDICE

INTRODUCCIÓN

..... 1

CAPÍTULO 1

Fundamentos Teóricos 7

1.1 Métodos y Técnicas 7

1.2 Marco Estratégico de las Inversiones. Objetivos de la Empresa 9

1.3 Fases de un Proyecto..... 10

1.4 La fase de Preinversión 11

1.5 Criterios para la Evaluación de Proyectos 19

1.5.1 Valor Actual Neto 20.

1.5.2 Tasa Interna de Rendimiento 22

1.5.3 Período de Recuperación 23

1.6 Selección del Mejor Proyecto	26
1.7 Causas del Fracaso de las Inversiones.	30
CAPITULO 2	
Análisis de los Resultados	32
2.1 Perspectivas sobre la Demanda de Electricidad	
en Trinidad	32
2.2 Inversión Inicial	35
2.3 Ingresos	37
2.4 Costos	41
2.5 Flujos de Efectivo	46
2.6 Cálculo del Valor Actual Neto	48
2.7 Calculo de la Tasa de Rendimiento	49
2.8 Período de Recuperación	50
2.9 Selección del mejor Proyecto	53
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS.	62 - 84

RESUMEN

En la Provincia de Sancti Spíritus se encuentra enclavado una de las ciudades - balneario más bellas de Cuba, nos referimos a Trinidad, la cual con su condición de

patrimonio de la Humanidad se ha convertido en uno de los principales destinos turísticos del Caribe.

Al efectuarse un estudio sobre las capacidades a instalar en este territorio en los próximos años, se diagnosticó un incremento de la demanda de energía, determinándose que las líneas eléctricas existentes no serán suficientes en los años venideros, producto al crecimiento esperado, no solo en materia de infraestructura turística, sino también en otras ramas como la industria azucarera y el sector residencial e industrial en general.

Para solucionar dicho problema se propone el montaje de una nueva línea desde la provincia de Cienfuegos, no obstante existe otro proyecto que prevé la instalación de una Planta de Cogeneración en áreas aledañas a la bahía de Casilda, cuyo principio de funcionamiento se basa en el uso de Combustible DIESEL para la generación de energía eléctrica y aprovechar los gases de desecho en la producción de vapor que puede ser utilizado en la precocción de alimentos o en el servicio de lavandería, entre otros, los cuales disminuirían los gastos por estos conceptos que se originan en los hoteles de dicho polo turístico.

Al comparar ambos proyectos se utiliza, hasta este momento, como criterio de evaluación el Costo de Inversión. Así la idea de la planta se desecha por tener un monto inversionista mayor que el de la instalación de la nueva línea, desconociéndose los flujos futuros de efectivo que se alcanzarían por la prestación de los servicios antes mencionados y el valor del dinero a través del tiempo.

En nuestro trabajo calculamos criterios como el VAN, TIR, y Período de Recuperación para evaluar ambas alternativas de Proyectos y finalmente haciendo uso del Método Multicriterio Discreto seleccionamos cuál es la mejor opción.

SUMMARY

In Sancti Spíritus's County it is located one of the cities more beautiful of Cuba, we refer to Trinidad, which has

become one of the main tourist destinations of the Caribbean with their condition of patrimony of the Humanity.

When being made a study about the capacities to install in this territory in next years, an increment of the energy demand was diagnosed, being determined that the existent electric lines won't be enough in the coming years, product to the prospective growth, not alone as regards tourist infrastructure, but also in other branches like the sugar industry and the residential and industrial sector in general.

To solve this problem he/she intends the assembly of a new line from the county of Cienfuegos, nevertheless it exists another project that preview the installation of a Plant of Cogeneration in areas of the bay of Casilda whose operation principle is based on the use of DIESEL Fuel for the electric power generation and to take advantage of the waste gases in the production of vapor that can be used in the precoción of foods or in the laundry service, among other, which would diminish the expenses for these concepts that originate in the hotels of this tourist pole.

When comparing both projects it is used, until this moment, as evaluation approach the Cost of Investment. The idea of the plant is discarded this way to have a I mount bigger investor that that of the installation of the new line, being ignored the future flows of cash that would be reached before by the benefit of the services mentioned and the value of the money through the time.

In our work we calculate approaches like the one VAN , TIR, and Period of Recovery, to evaluate both alternatives of Projects and finally making use of the Method Discreet Multicriterio selects which the best option is.

ANTECEDENTES

La representación en la provincia Sancti Spíritus de la Unión Eléctrica realizó un estudio sobre el incremento esperado de las capacidades instaladas en el sector turístico del municipio Trinidad y diagnóstico el consiguiente incremento de la demanda de energía en este territorio y se determinó que las líneas eléctricas existentes no serán

suficientes en los años venideros debido al crecimiento esperado no solo en materia de infraestructura turística sino también en otras ramas como la industria azucarera y el sector residencial e industrial en general.

Para solucionar dicho problema se propone por parte de la dirección de la OBE el montaje de una nueva línea desde la provincia de Cienfuegos, no obstante existe otro proyecto que prevé la instalación de una Planta de Cogeneración en áreas aledañas a la bahía de Casilda, cuyo principio de funcionamiento se basa en el uso de Combustible DIESEL para la generación de energía eléctrica y aprovechar los gases de desecho en la producción de vapor que puede ser utilizado en la precocción de alimentos o en el servicio de lavandería, entre otros, los cuales disminuirían los gastos por estos conceptos que se originan en los hoteles de dicho polo turístico.

Al comparar ambos proyectos se utiliza hasta este momento como criterio de evaluación el Costo de Inversión y la idea de la planta se desecha por tener un costo de inversión mayor que la instalación de la nueva línea, desconociéndose los flujos futuros de efectivo que se alcanzarían por la prestación de los servicios antes mencionados y el valor del dinero a través del tiempo.

OTRAS INVESTIGACIONES

Existen otras investigaciones encaminadas a evaluar financieramente proyectos de inversión en nuestra provincia y el país, sin embargo el proyecto que evaluaremos financieramente se trata de una planta de Cogeneración de Energía Eléctrica en el Municipio Trinidad, y en el país no existe en funcionamiento ninguna planta de este tipo, por lo que no existen antecedentes en cuanto a la evaluación financiera de las mismas.

Algunas de las evaluaciones que nos sirven de referencia son:

Evaluación Financiera de una Planta de Generación de Energía Eléctrica en el Cayo Santa María.

Evaluación Financiera de Proyectos del MINAZ

Evaluación Financiera de Proyectos del MINTUR

Evaluación Financiera de Proyectos del CIMEX

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Con nuestro trabajo pretendemos aplicar métodos y criterios novedosos de evaluación financiera de proyectos de inversión tanto para la planta como para la línea y recomendar cual sería la decisión que se debe tomar. Estos criterios serían: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Rendimiento (TIR), y Período de Recuperación.

OBJETO DE ESTUDIO

Nuestro objeto de estudio lo constituyen las empresas con posibilidades de implantar plantas de Cogeneración de Energía en el país, las cuales estarían adscriptas a la Unión Eléctrica, independientemente de que de los beneficios de la generación de calor de estas plantas se sirvan otras empresas, sobre todo, las de apoyo al turismo

-

-

PROBLEMA

Ante la creciente demanda de electricidad en el municipio Trinidad se presenta insuficiencia en las líneas que abastecen dicho municipio, razón por la cual surgen dos alternativas; Instalar una línea paralela a la existente que proviene de Cienfuegos o construir en Casilda una Planta de Cogeneración ante la necesidad de elegir la opción más conveniente desde el punto de vista financiero surge el siguiente problema que da pie a nuestra investigación:

Se prevé utilizar como criterio de selección de la mejor alternativa de proyecto los Costos de Inversión en lugar de aplicar técnicas que consideren los Flujos de Efectivo Futuros y el valor del dinero en el tiempo.

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

VARIABLES

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

INDICADORES DE LAS VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

-

-

-

-

Fortalecimiento del papel de la información contable y financiera

Receptividad de la gerencia ante los adelantos de la ciencia y la técnica

Adopción de la decisión más óptima de acuerdo a los criterios propuestos

Reconocimiento de los criterios propuestos por parte del cliente para su aplicación a otros proyectos similares

MUESTRA

Para nuestra investigación tomamos como muestra las alternativas de proyectos que existen para la electrificación de Trinidad, aunque este procedimiento podrá ser aplicado a la evaluación de cualquier Planta de Cogeneración en el país.

OBJETIVOS GENERALES

Evaluar las diferentes alternativas de proyectos haciendo uso de criterios que tengan en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

Determinar cual es el mejor proyecto, basándonos en los resultados alcanzados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Calcular el Valor Actual Neto de los proyectos.

Determinar las Tasas Internas de Rentabilidad.

Establecer el Período de Recuperación para cada una de las variantes de proyectos.

Evaluar las externalidades o costos medioambientales de los proyectos

Seleccionar la mejor variante.

-

ENUNCIADO DE LA ESTRUCTURA DE LA TESIS.

La tesis está estructurada en dos capítulos, en el primero se desarrolla la fundamentación teórica sobre las técnicas que se aplicarán en la evaluación de las alternativas de proyectos; mientras que en el segundo capítulo se procede al cálculo de los criterios de decisión como VAN, TIR , Período de Recuperación, y se determina finalmente cual debe ser el proyecto a ejecutar.

Este trabajo consiste en la evaluación financiera de dos proyectos de inversión mutuamente excluyentes en el municipio de Trinidad, estos proyectos tienen como objetivo, incrementar la entrega de energía eléctrica en este territorio para enfrentar la demanda futura de electricidad, motivada por el incremento del sector turístico previsto para los próximos años.

Para esta investigación aplicamos los siguientes métodos y técnicas

1.1 MÉTODOS Y TÉCNICAS

Métodos Investigativos

Empíricos

Teóricos:

Observaciones

Análisis y Síntesis

Simulaciones

Inducción – Deducción

Técnicas Aplicadas

Encuesta

Técnicas de Computación

Consulta a Expertos

Se aplicará como técnica la consulta a los siguientes expertos:

Especialistas en Energía:

Fueron consultados para indagar sobre las características y estado actual en el mundo de aspectos como la cogeneración, coincidiendo ellos en que en nuestro país dadas las posibilidades de esta técnica desde el punto de vista del ahorro de recursos energéticos debe ser explotado en una mayor medida.

Ingenieros Eléctricos:

Estos especialistas confirmaron la viabilidad desde el punto de vista eléctrico de las distintas alternativas de proyectos propuestos como alterativas.

Especialistas en Evaluación Financiera de Proyectos.

Se consultaron para determinar los criterios a seguir en la selección de la alternativa de proyecto más razonable desde el punto de vista económico financiero.

Especialistas en materias medioambientales:

Se les consultó para determinar cual de las variantes propuestas resulta más nociva al medio ambiente y cual sería más costosa desde el punto de vista de las Externalidades.

Directivos de la Unión Eléctrica.

Se les interrogó sobre las criterios que más validez tendrían para ellos en la selección de un proyecto versus otro, así como sobre la viabilidad de estos proyectos en las condiciones actuales y futuras del país.

-
-
-
-
-
-
-
-
-

-
-
-
-
-

1.2 MARCO ESTRATÉGICO DE LAS INVERSIONES OBJETIVOS DE LA EMPRESA

Los objetivos de una empresa pueden responder a una formulación consciente o a una racionalidad elemental. La maximización de la ganancia es la razón de ser de las entidades económicas, pero no en todos los casos es su objetivo manifiesto o inmediato. En ocasiones prevalecen propósitos de estabilidad, de imagen o de carácter social. Pueden existir otros y todos ellos han de ser compatibilizados con las restricciones existentes. La compatibilización de objetivos y restricciones posibilita la elaboración de una estrategia empresarial coherente y factible, que permite la definición, cuantificación y orden de los objetivos, que darán origen a iniciativas de inversión inspiradas en motivaciones como las relacionadas a continuación:

Expansión de la Demanda:

Reducción de los Costos

Nuevo Producto.

Nuevo Mercado Geográfico:

Motivaciones de Marketing

Motivaciones Extraeconómicas:

Reposición

Seguridad

La Unión Eléctrica se encuentra ante una situación de incremento de la demanda de energía en Trinidad, es por ello que en la estrategia empresarial del sector en el territorio, las principales motivaciones inversionistas son, la expansión de la demanda, pero tratando de lograr una reducción de los costos, y de ser factible lanzando nuevos productos como el vapor de desecho de una planta de cogeneración.

Todas estas motivaciones han hecho surgir varias alternativas de proyectos cuyas evaluaciones financieras son el objetivo de este trabajo.

1.3 FASES DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN

El ciclo de desarrollo de un proyecto de inversión comprende las siguientes fases:

Preinversión: Fase de estudios en la que se evalúan los atributos del proyecto y se define la conveniencia de que se apruebe, se rechace o se modifique.

Ejecución: Consiste en la materialización del proyecto y en ella se llevan a cabo las negociaciones y contrataciones pertinentes, la construcción, el montaje, y la prueba de las instalaciones, la capacitación del personal, la puesta en marcha y la entrega a la entidad propietaria

Conclusión: Una vez concluida la obra se debe llevar a cabo un proceso de análisis en el que se estudia, el grado de correspondencia entre la construcción y montaje ya ejecutados y el proyecto.

-

-

1.4 LA FASE DE PREINVERSIÓN

Los proyectos objeto de análisis en esta investigación se encuentran actualmente en esta fase, dentro de la cual, explicábamos en el epígrafe anterior existen 3 etapas:

En esta etapa se estudian las oportunidades que el entorno ofrece y su objetivo es demostrar si realmente el proyecto tendrá demanda y funcionalidad. En este momento se deben definir aspectos como:

Objetivos y Motivación del Proyecto.

Mercado y Producción

Localización posible

Una vez que se ha hecho el estudio de oportunidad y que se tiene la certeza que los productos o mercancías que se espera vender, tendrán aceptación en el mercado entonces se desarrolla esta fase donde se estudian más profundamente algunos detalles del proyecto, como los siguientes.

Materiales e insumos del Proyecto.

Proceso Tecnológico.

Fuerza de Trabajo.

Calendario del Proyecto.

Influencia en el Medio ambiente.

Evaluación Económica Financiera.

Materiales e Insumos del Proyecto.

Materias primas y materiales

Servicios públicos.

Electricidad.

Combustibles.

Proceso Tecnológico.

Una vez precisado el alcance del proyecto, se requiere determinar los procesos tecnológicos adecuados, los tipos y cantidades de las maquinarias y equipos que se necesitan, así como su costo en función de la capacidad de la planta, a lo que se une además la definición de los tipos de estructura y obras de la ingeniería civil requeridos con su correspondiente estimado de costos.

Fuerza de Trabajo.

Una vez determinada la capacidad de producción de la planta y precisado el proceso tecnológico de la misma se procede a definir la plantilla de personal que se requiere para el proyecto, evaluándose las necesidades correspondientes a sus distintas etapas, siendo muy importante en la fase inicial, mantener una plantilla lo más reducida posible con el propósito de que los gastos previos a la producción sean los mínimos indispensables.

Calendario del Proyecto.

Consiste en la planificación de la ejecución del proyecto desde que se decide invertir en el mismo, hasta que comienza su explotación a los fines de poder medir su período de ejecución determinando sus incidencias financieras para garantizar su adecuado financiamiento, de lo que se desprende la necesidad de realizar un adecuado cronograma de trabajo, el cual se confecciona con el mayor rigor y cuidado, ya que al no elaborarse de la manera adecuada, ello puede generar un período de tiempo demasiado extenso y complicaciones negativas para la rentabilidad potencial del proyecto.

Influencia en el Medio ambiente.

Corresponde al análisis y determinación del nivel de contaminación que puede provocar el proceso de producción y el uso de los insumos, haciéndose necesario en todo proyecto analizar las posibles afectaciones al entorno.

La Evaluación Económica Financiera consiste dentro del estudio de factibilidad, en el proceso analítico a que se somete un proyecto para, a través de los resultados de su evaluación, determinar la rentabilidad a obtener con su ejecución a partir de medir en que cuantía los niveles de utilidades netas provenientes de su explotación son mayores que los costos y gastos en que se incurran así como también, hacer determinadas precisiones en lo concerniente a la liquidez, rentabilidad, periodo de recuperación de la inversión original, para saber si el capital invertido en la misma se recuperará en un tiempo racionalmente permisible lo cual será un indicador determinante para su ejecución o no, también se valorará el riesgo, la sensibilidad. Todos estos aspectos deben ser objeto de análisis basándonos en métodos financieros actualizados .

Al hacer un diagnóstico sobre la forma en la cual se tomarían las decisiones acerca de cual de los proyectos debía ser aprobado, comprobamos que no eran los métodos financieros más actualizados los que se seguirían para hacer el estudio de factibilidad, por esta razón , surge esta investigación pues la realización adecuada de estos estudios son requisito principal para la aprobación de las inversiones, dándoles a los mismos el lugar que les corresponde con el fin de evitar el que se continúe invirtiendo en obras que desde el punto de vista económico no reporten beneficios a las entidades que las promueven, no obstante esto es algo que hay que interiorizar por todos los que trabajan y dirigen en las empresas y organismos a fin de que cada vez que se proponga la realización de cualquier inversión se incluyan en los trabajos previos, el desarrollo de los Estudios de Factibilidad Económica y con ello estaremos preservando el patrimonio de nuestras empresas.

-
-

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

(1)

En tal sentido han de cumplimentarse los siguientes pasos:

DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN

En este orden, dada la correspondencia del financiamiento del proyecto con la magnitud del capital requerido, resulta oportuno abordar lo referente a los costos totales de inversión y de producción.

(1) Metodología para la Evaluación de Proyectos de Inversión en Cimex

En esta tarea se produce una interfase entre la ingeniería y la economía del proyecto. Su importancia radica que en ella se determina el costo total de la inversión. Su monto se obtiene de la suma del capital fijo y del capital operativo.

La suma del capital fijo y el capital de trabajo conforma el monto inversionista total, en base al cual se precisa si la disponibilidad de capital propio es suficiente para no tener que acudir a un préstamo o a una asociación.

Se define como la diferencia entre el valor de los activos tangibles netos y el precio que un comprador estaría dispuesto a pagar por obtener las ventajas de un negocio en marcha y de las que presumiblemente no disfrutaría un negocio recién establecido.

-

-

COSTOS TOTALES DE INVERSION

Sus componentes son el Capital Fijo y el Capital de Explotación Neto o Capital de Trabajo. El Capital Fijo esta constituido por los recursos requeridos para construir y equipar un proyecto de inversión y el Capital de Explotación Neto (Capital de Trabajo) por los recursos necesarios para explotar el proyecto en forma total o parcial.

Capital Fijo: La Inversión Fija, como parte del Capital Fijo comprende los siguientes costos:

Proyecto ejecutivo y tecnología

Construcciones civiles

Maquinarias y Equipos

Equipos de Transporte

Otros Activos (mobiliario y enseres, maquinas y equipos de oficina, patentes, marcas, knowhow, ,étc.)

Estudios preinversión (oportunidad, prefactibilidad, proyecto técnico)

Capacitación (costo de capacitación, incluidos gastos de viaje, dietas, sueldos y estipendios, asistencia técnica extranjera o nacional, etc.)

Prueba y puesta en marcha (gastos o pérdidas operacionales en que se incurra durante el período de prueba del funcionamiento)

Otros (intereses por préstamos durante la construcción, gastos de producción, red de ventas y abastecimiento, etc.)

Capital de Explotación Neto (Capital de Trabajo): Al tratar este indicador no se debe pasar por alto, señalar que la insuficiencia en su capital de explotación o de trabajo, es una de las causas que más comúnmente provoca situaciones financieras desfavorables en un proyecto de inversión durante sus primeras etapas.

Este Capital de un objetivo inversionista es igual a la diferencia de restar al importe de los activos corrientes (el dinero en efectivo, las cuentas por cobrar a clientes y las existencias de inventarios de materias primas y materiales, piezas de repuesto, productos en proceso, productos terminados) los pasivos corrientes, que consisten en las cuentas por pagar a proveedores.

COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN:

Costos operacionales: Representan los costos a incurrir en la operación del proyecto, bajo la clasificación de costos directos e indirectos.

Costos Directos: Costos directamente relacionados con la producción, sus principales componentes son los gastos de materias primas y materiales, los salarios directos y los gastos de servicios públicos (electricidad, combustible, vapor, agua, etc.), estos gastos son variables.

Costos Indirectos: No están relacionados directamente a la producción y por tanto, tampoco son proporcionales al porcentaje de aprovechamiento de la capacidad normal viable, teniendo un carácter de fijos algunos y otros semivARIABLES. Comprenden los gastos comerciales, de dirección, de mantenimiento, etc.

Depreciación: Se corresponde, conceptualmente, con la pérdida del valor que sufren los activos fijos tangibles (medios básicos) excepto los terrenos y animales productivos, debido al desgaste ocasionado por el uso normal o extraordinario durante el período que presten servicios o participen en la producción, o a su obsolescencia tecnológica.

Gastos Financieros: Representan los intereses que deben pagarse por concepto de préstamos y créditos, que aparecen consignados en el Plan Financiero del proyecto.

PROYECCIÓN DE RESULTADOS ECONÓMICOS: INGRESOS, COSTOS Y BENEFICIOS.

El enfoque de esta proyección es similar al de la contabilidad y establece los resultados económicos teniendo en cuenta los gastos efectivos y los imputables. Entre estos últimos destaca la depreciación y la amortización que aunque no se evidencian físicamente en la mercancía o servicio obtenidos constituyen un costo real pues en cada unidad de producto o servicio se insume en forma intangible el desgaste de los equipos, instalaciones y enseres que no se gastan de una vez como ocurre con las materias primas y materiales. El fondo de depreciación es una suma dedicada a reponer tal desgaste y en la práctica suele utilizarse para contribuir al autofinanciamiento corriente de la empresa: en lugar de tomar un préstamo de tercero se aplica este fondo imponible. Se trata de un problema que guarda relación con la liquidez y que será abordado en otra parte del análisis.

PROYECCIÓN DEL FLUJO DE LIQUIDEZ: ANÁLISIS FINANCIERO.

Las salidas monetarias provocadas por la obra durante el período de ejecución y los gastos operativos una vez concluida, deben ser sincronizados en el tiempo con las entradas que tendrá por ventas y otros conceptos. De no lograrse esta adaptación entre egresos e ingresos, la ejecución de la inversión pudiera prolongarse más de lo planificado incrementando su costo así como el tiempo de inmovilización del capital y el pago de intereses.

A diferencia del análisis de resultado antes expuestos, cuyo carácter es económico y arroja las perspectivas de ganancias contables de la inversión proyectada, la tabla de corriente de liquidez tiene como propósito analizar sus posibilidades financieras en términos de realización y logro de resultados oportunos.

-

d) ANÁLISIS DEL RIESGO.

El método consiste simplemente en simular distintas situaciones haciendo variar cada uno de los factores críticos y manteniendo constante los demás. En tal propósito se utilizan los mismos modelos matemáticos antes descritos y se precisa hasta que punto pueden surgir los costos operativos, elevarse el monto de la inversión, crecer el interés, disminuir los precios de venta, incumplirse el pronóstico de la demanda, etc. Sin que el proyecto deje de ser viable.

Un refinamiento adicional puede ser la aplicación de modelos probabilísticos asumiendo criterios de riesgo para la variable sujeta a una mayor aleatoriedad, como los precios y la demanda, entre otras.

En nuestro trabajo tomamos en cuenta el riesgo, al evaluar las distintas alternativas de proyectos para distintos niveles de la demanda de calor, al considerar que la demanda de electricidad sería toda la producida. Otro factor de riesgo fue el tomar en cuenta distintas tasas de costo de capital, de un 12 % a un 18 %, cuando la Unión Eléctrica establece un 15 % para la evaluación de sus proyectos.

e) PROPUESTA Y DECISIÓN

El pensamiento de la información y el arribo a conclusiones como las anteriormente expresadas ofrece una base argumental para la elaboración de propuestas y la consiguiente toma de decisiones..

En la práctica la aprobación de proyectos de inversión puede depender de distintos niveles de dirección. Por lo general se permite a las unidades menores (pequeños establecimientos o divisiones dentro de establecimientos grandes) la ejecución de inversiones de escaso monto, a medida que el volumen o la importancia de estas aumenta se eleva también el nivel de aprobación requerido.

La fase de preinversión se concreta al realizar el análisis de factibilidad o viabilidad económica del proyecto en toda su extensión. Puede limitarse a un estudio de oportunidad o llegar a los de prefactibilidad y factibilidad; todo depende de la profundidad que requiera la inversión de acuerdo con su importancia.

1.5 CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

¿Qué se entiende por criterio aplicable a la evaluación de proyectos?

Es una regla o norma que ayuda a juzgar la idoneidad y conveniencia de un proyecto. Si éste no está a la altura de la norma, se rechaza. Los criterios de decisión son pautas que se expresan en función de la rentabilidad de la empresa o de otra medida de valor con la cual se compara la rentabilidad o algún otro aspecto potencial de los proyectos.

Para expresar la rentabilidad u otra característica del proyecto individual y hacer la comparación con la norma de la empresa se requiere cierta información.

¿Cuál es esta información?

Se debe saber el flujo de efectivo neto del proyecto, antes de intereses y depreciación pero después del pago de impuestos. El flujo de efectivo neto depende del costo del proyecto, de las entradas y salidas de efectivo subsecuentes, de las fechas en que ocurren, de los años que abarca el proyecto y de su valor de desecho. El costo de los recursos y la incertidumbre de los flujos de efectivo son también factores importantes

Una vez dominada la formulación de los criterios de decisión, se pueden comparar los proyectos propuestos en términos de un conjunto de criterios uniforme. Por otra parte, quienes conciben la proposición contarán con un marco de referencia estándar para presentar su caso. Los criterios facilitan el proceso de selección por parte de quienes han de tomar la decisión, que podrán ser los miembros del comité ejecutivo de la empresa o del consejo de administración.

-

Criterios para la evaluación de proyectos de inversión:

Se examinarán ahora los criterios de decisión más comúnmente utilizados para evaluar los proyectos que se propongan. Cada criterio lleva a aceptar o rechazar cada proyecto individual. Aunque primeramente abordaremos la influencia que la inflación puede provocar sobre estos criterios.

Efectos de la Inflación sobre el Valor del Dinero en el Tiempo.

La inflación o devaluación del dinero, reflejada por un aumento de los precios en el mercado, puede incluirse en los análisis de inversiones calculando una tasa de interés compuesta como:

Donde:

I- Tasa de inflación, fracción.

Analizando esta expresión se pueden tener tres casos:

$D > I$ - La tasa de interés compuesta (D') es positiva pero menor que la tasa de interés sin tener en cuenta la inflación (D), esto origina una influencia negativa sobre el valor futuro del dinero, aunque este sigue aumentando en valor.

$D < I$ - La tasa de interés compuesta (D') es negativa, lo cual quiere decir que el dinero pierde valor en el futuro.

$D = I$ - La tasa de interés compuesta es cero. El dinero mantiene su valor en el tiempo.

1.5.1 VALOR ACTUAL NETO

El Valor actual neto es una variante de los Flujos de Efectivo Descontados. La diferencia radica en que en el VAN se resta al desembolso original del valor actual de las entradas de efectivo futura. Para determinar el VAN de un proyecto cualquiera se calcula simplemente el valor actual de las entradas futuras al costo apropiado de capital y a ese resultado se resta el desembolso original.

El criterio para aceptar o rechazar de acuerdo con el VAN es el siguiente: Acéptese si el VAN del proyecto que se propone es positivo y rechácese si es negativo. Expresado por medio de símbolos sería: (1)

$VAN = 0$ aceptar

$VAN < 0$ rechazar

(1) Bolten, Steven E. Administración Financiera

El Valor Actual Neto, también conocido como Valor Presente Neto es:

VPN= Valor Presente de las Entradas de Efectivo – Inversión Neta (1)

Esta técnica se basa en calcular el valor presente neto de los flujos de caja proyectados para todos los años durante el período de evaluación del proyecto. Es una medida de las ganancias que puede reportar el proyecto, siendo positivo si el saldo entre beneficios y costo es favorable y negativo en caso contrario, se determina como:

(2)

Donde:

I.I. Inversión Inicial

Fc_i - Flujo de caja en el año i .

D Tasa de descuento

Nótese en la expresión de los flujos de efectivo que la inversión inicial no se descuenta pues se considera que se realiza al inicio del período de evaluación, que generalmente se considera como el año cero de análisis.

El método del VAN reduce la decisión a una sola cifra, en vez de las dos (Valor Actual del Flujo de Efectivo Descontado y Desembolso Original). Algunos ejecutivos de finanzas lo encuentran más conveniente para informar de su decisión y comunicar el análisis correspondiente; pero de todos modos tienen que hacer la comparación cuando restan el desembolso original del valor actual de los ingresos futuros para encontrar el VAN.

Al aplicar las encuestas que dan nivel de importancia a los distintos criterios, este sin duda fue el de mayor aceptación, aspectos que veremos posteriormente en el capítulo 2

(1) Gilman, O. Fundamentos de Administración Financiera pág. 322

(2)

-

1.5.2 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

La tasa interna de rendimiento o tasa de rendimiento r , "... es la tasa de descuento capaz de igualar la serie de ingresos futuros con el desembolso original. Dicho de otro modo, es aquella tasa de descuento que da al proyecto un VAN de cero. Expresado en símbolos, el TIR vendría a ser r en el denominador de la ecuación siguiente:

$$00 = F\$_1/(1+r)^1 + F\$_2/(1+r)^2 + F\$_3/(1+r)^3 + F\$_4/(1+r)^4 + S/(1+r)^4 \dots" (1)$$

Es una medida del rendimiento del capital invertido y significa el por ciento de rendimiento por cada peso invertido en el proyecto. Se determina como la tasa de descuento para la cual el VAN en el último año de evaluación es cero.

La expresión simplificada de la TIR pudiera ser la siguiente:

(2)

Como se puede observar esta expresión no se puede resolver directamente, para lo cual se requiere de un análisis iterativo por el procedimiento de prueba y error para calcular el rendimiento..

En el caso de nuestro proyecto nos apoyamos en las funciones financieras del EXCEL

Nótese también que r es interno con respecto al proyecto, esto establece la regla de decisión: ... " acéptese el proyecto propuesto si su TIR es mayor o igual que el costo externo de capital determinado en los mercados financieros. Rechácese si su TIR es menor que el costo externo de capital, así pues:

TIR (r) = k aceptar

TIR (r) < k rechazar ... "

Bolten, Steven E, Administración Financiera

(2)

(3) Gilman, O Fundamentos de Administración Financiera

La TIR es un criterio atractivo para muchas empresas, porque r se expresa como porcentaje y se puede comparar fácilmente con el costo calculado del capital k , que se expresa también en por ciento. Además, pocos piensan que la separación entre el cálculo de la TIR y el costo de capital ofrece una posición ventajosa desde la cual se puede juzgar el proyecto propuesto a la luz de sus propios méritos, independientemente del costo del capital que, para esos pocos, parece fluctuar ampliamente, con frecuencia y más allá de su control.

Igual que el VAN, la TIR considera todos los elementos que entran en la evaluación de proyectos de inversión.

-
-
-

1.5.3 PERÍODO DE RECUPERACIÓN (PR)

Es una medida de la rapidez con que el proyecto reembolsará el desembolso original de capital. Este período es el ... " número de años que la empresa tarda en recuperar el desembolso original mediante las entradas de efectivo que produce el proyecto. Los proyectos que ofrezcan un período de recuperación menor a cierto número de años (N) determinado por la empresa, se aceptarán. Los que ofrezcan un período mayor que el número de años determinado se rechazarán. Expresado en símbolos sería:

$PR = N$ aceptar

$PR < N$ rechazar ... " (1)

El Período de Recuperación es en fin el tiempo en que se recupera la inversión inicial esperando un rendimiento D del capital. Se calcula como el momento para el cual el VAN se hace cero (Ref. 3)

(2)

Bolten, Steven E. Administración Financiera.

Esta expresión no puede resolverse directamente, por lo que para obtener el valor de PRI se le van adicionando gradualmente a la inversión inicial los flujos de caja anuales hasta que el resultado sea cero, en ese momento se ha recuperado la inversión.

En el caso de nuestra investigación utilizamos el programa "CurveExpert" para simular la función que se corresponde con la sumatoria acumulada de los flujos de efectivo descontado y la Inversión Inicial, para determinar con exactitud, años, meses y días en que se recupera la inversión.

El método presenta varios inconvenientes. Primero, ignora por completo muchos componentes de las entradas de efectivo. Todas las entradas que exceden al período de recuperación se pasan por alto, lo cual es muy engañoso al evaluar proyectos de inversión,

al igual que el valor de desecho y la duración del proyecto. Aquel que ofrezca flujos apreciables en la última parte de su vida útil podrá ser rechazado a favor de otro menos rentable que produzca la mayor parte de los flujos en la primera parte.

Este método puede ser aplicable, a pesar de sus inconvenientes, en ciertas circunstancias atenuantes. Por ejemplo, cuando el panorama a largo plazo, más allá de tres años, es muy incierto, el método puede ser útil. En el caso de que la empresa atraviese por una crisis de liquidez, el método resulta también adecuado, o cuando la empresa insiste en preferir la utilidad a corto plazo y no los procedimientos confiables de planeación a largo plazo.

Las ganancias rápidas e inesperadas pueden ser el objetivo de la administración, y los períodos de recuperación más cortos tienden a propiciarlas. Dentro de un período relativamente corto, la mayoría de estas administraciones, junto con sus empresas, se verán en dificultades.

-
-
-
-
-
-
-
-
-

Resumen de los Criterios de Decisión para Evaluar Proyectos de Inversión:

-

Valor Actual Neto (VAN)

$\text{VAN} = 0$ aceptar

$\text{VAN} < 0$ rechazar

Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

$\text{TIR}(r) = k$ aceptar

$\text{TIR}(r) < k$ rechaza

Período de Recuperación (PR)

$\text{PR} = N$ aceptar

$\text{PR} < N$ rechazar (1)

1.6 SELECCIÓN DEL MEJOR PROYECTO

Debido a que existen muchas opiniones sobre el método a emplear para la selección de una alternativa determinada, nosotros preferimos un método que tuviera en cuenta todos los criterios evaluados y que fuera capaz de ponderarlos, en este sentido encontramos las siguientes técnicas en la literatura consultada.

Decisión Multicriterio Discreta (DMD).

La esencia del método consiste en evaluar las alternativas para diferentes criterios, de forma cualitativa o cuantitativa y posteriormente procesar dichas evaluaciones con el objetivo de seleccionar la "mejor" variante, o establecer un orden de prioridad.

El núcleo de la DMD es la denominada matriz de decisión o de impactos, la cual recoge las evaluaciones realizadas a cada alternativa por el decisor, analista o grupo de expertos, con respecto a cada uno de los criterios propuestos, determinándose además los factores de peso de cada uno de los criterios.

... "La figura siguiente muestra la estructura de la matriz de decisión o de impactos.

Matriz de Decisión o de Impactos.

Donde:

$r_{i,j}$ - Evaluación de la alternativa i con respecto al criterio j .

A_i - Conjunto discreto de alternativas.

C_i - Conjunto discreto de criterios.

w_j - Factores de peso.

m- Número de alternativas.

k- Número de criterios. ..." (1)

(1) Barba Romero, Sergio. Evaluación Multicriterio de Proyectos de Ciencia y Tecnología, Venezuela , 1993

Es necesario señalar que la DMD no es un proceso de optimización, pues los resultados pueden interpretarse de diferentes formas y dependen de algunos factores subjetivos, como es el caso de las evaluaciones realizadas por los expertos. Una cuestión práctica a enfrentar, es que las escalas de medida de las evaluaciones pueden ser diferentes (numérica, jerárquica cualitativa, probabilística, etc.). Lo anterior hace necesario realizar un proceso de normalización, que se puede efectuar de diferentes formas; por ejemplo, se puede dividir por el máximo o por la suma de las evaluaciones realizadas para cada criterio. "...Seguidamente se proponen dos expresiones generales que permiten una normalización en el intervalo [0,1].

Valor normalizado = $\frac{v_{ij}}{\max_j v_{ij}}$ (Criterios a minimizar) exp. (I)

Valor normalizado = $\frac{v_{ij}}{\sum_j v_{ij}}$ (Criterios a maximizar) exp. (II)

Donde :

$X_{i,j}$ - Evaluación de la alternativa **i** con el criterio **j**.

X_{max} - Máxima evaluación realizada de las alternativas para el criterio que se analiza.

X_{min} - Mínima evaluación realizada de las alternativas para el criterio que se analiza.

Nota: en el caso de que todas las evaluaciones coincidan para un determinado criterio, se toma 1 como valor normalizado para todas las alternativas.

La determinación de los factores de peso puede realizarse por diferentes vías, se puede efectuar por asignación directa o realizar un proceso de comparaciones binarias entre criterios, obteniéndose un vector resultante de los pesos ..." (1). Este aspecto se abordará de forma detallada más adelante.

(1) Barba Romero, Sergio. Evaluación Multicriterio de Proyectos de Ciencia y Tecnología, Venezuela , 1993

En la actualidad existen muchos métodos de ordenación DMD, entre los cuales resaltan cuatro por su importancia

- 1- Utilidad Multiatributo.
- 2- Ponderación Lineal.
- 3- Método Jerárquico de Saaty.
- 4- Relaciones de Superación.

La Ponderación Lineal es uno de los métodos más sencillos y de fácil aplicación, y que ha sido utilizado por otros autores para la selección de alternativas energéticas; seguidamente se tratan con más detalle las características de este método.

-

Ponderación Lineal.

Este método consiste en realizar una ponderación lineal de los criterios, es decir multiplicar cada evaluación ($r_{i,j}$) por el factor de peso del criterio j (w_j) y dividir por la suma de los factores de peso.

"...El procesamiento de cada alternativa i pudiera describirse por la siguiente expresión:

$$F_i = \text{exp. (III)}$$

Otros autores han propuesto una función, normalizada entre [0,1], para la selección de variantes de tecnologías renovables para la generación bruta de electricidad ..." (1).

Originalmente la función que resulta de la aplicación de este método incluye criterios tales como, costos internos, eficiencia, participación en el mercado, y el impacto ambiental, no obstante en nuestra investigación los criterios a normalizar fueron:

VAN, TIR, Período de Recuperación y Costo Medioambiental

La Ponderación Lineal tiene como desventajas que los resultados finales dependen mucho de las evaluaciones realizadas, normalizaciones, escalas y selección de los pesos; por lo que se recomienda el trabajo en grupo de expertos, con el objetivo de alcanzar conclusiones válidas., en lo particular aplicamos la técnica de encuestas cuyos resultados se muestran en el capítulo 2

(1) Martínez, Manuel. Tecnologías Renovables en la Generación Bruta de Electricidad, México, 1992, pág 101

-

-

-

En general el método tiene como desventaja que no resulta factible la incorporación de criterios que no se pueden expresar de forma matemática (cualitativos); sin embargo, constituye una herramienta muy fuerte y confiable en los análisis de selección, pues limita la manipulación de los resultados con factores subjetivos, además que brinda en muchos casos resultados numéricos útiles y de gran valor para el analista.

-

1.7 CAUSAS DEL FRACASO DE LAS INVERSIONES

Finalmente, consideramos oportuno reflejar algunas de las causas del fracaso de las inversiones.

Ausencia de un análisis de factibilidad: o sea, actuar empíricamente y con un elevado grado de riesgo.

Sobredimensionamiento del proyecto: provoca un monto; inversionista por encima de lo necesario.

Falta de flexibilidad en el diseño: equivale a la incapacidad de adaptar la instalación a los cambios en volumen, surtido, cambios tecnológicos.

Estimaciones optimistas acerca del mercado, los costos, los precios: arroja ingresos inalcanzables.

Infravaloración de la inversión: puede provocar el rechazo de una buena inversión.

Subvalorar el período de preinversión, el de ejecución y el de puesta en marcha: la extensión en el tiempo previsto implica más gastos y pérdida de oportunidades.

No estimar adecuadamente los costos de financiamiento: Aumentan los gastos.

Aceptar los proyectos como imprescindibles: se refiere a proyectos convencionales y equivale a una aprobación a priori, sin considerar los resultados.

Mayor énfasis en aspectos económico financieros que en los estratégicos: se refiere exclusivamente a proyectos que tienen un sentido estratégico muy claro (posicionamiento, megamarketing, etc.).

No aprender del pasado.

(1)

(1) Metodología para la Evaluación de Proyectos de Inversión CIMEX 1998, pág. 45

-

2.1 PERSPECTIVAS SOBRE LA DEMANDA DE ELECTRICIDAD EN TRINIDAD

En el destino turístico "Trinidad de Cuba" existen en la actualidad gran cantidad de capacidades instaladas al servicio del turismo nacional e internacional, por ser esta zona del litoral sur cubano un destino turístico altamente demandado dentro del territorio nacional no solo por la belleza de sus playas sino también por ser Patrimonio de la Humanidad, razón por la cual no solamente existen capacidades instaladas para el alojamiento sino que también existen gran cantidad de instalaciones extrahoteleras de apoyo al turismo. (ANEXO 1)

Precisamente debido a la demanda que experimenta este destino turístico se prevé la construcción de nuevos hoteles en algunas parcelas, que aumentarían significativamente el número de habitaciones y de servicios extrahoteleros instalados, las perspectivas se aprecian en el (ANEXO 2), tanto las inmediatas, o sea del 2001 al 2003, como las proyecciones totales por parcelas.

También existe un pronóstico de las capacidades a instalar en los próximos 20 años, teniendo en cuenta el ritmo real con que estas habitaciones deben ser puestas en explotación (ANEXO 3)

En estudios realizados por la Unión Eléctrica en instalaciones turísticas se ha podido constatar que el comportamiento de la demanda en Mw/h por habitaciones depende de la categoría del hotel y es como sigue:

CATEGORÍA	DEM. MINIMA	DEM. MAXIMA	DEM. MEDIA
2 ESTRELLAS	0.3	0.7	0.5
3 ESTRELLAS	1.7	2.2	1.95
4 ESTRELLAS	2.2	3	2.6
5 ESTRELLAS	3	3.9	3.45

Sobre esta base, así como sobre la base de las capacidades ya instaladas, partiendo de la demanda real de 1998 y 1999 se elaboró por parte de la Unión Eléctrica un pronóstico de consumo energético promedio en Mw/hora para los próximos 20 años (ANEXO 4)

Gráficamente esta demanda se comportaría como se aprecia en el (ANEXO 5)

Ante esta creciente demanda se presenta el hecho de que las líneas eléctricas que hoy surten Trinidad serán insuficientes, razón por la cual la Unión Eléctrica deberá acometer inversiones que resuelvan este déficit, para ello se tienen en perspectiva dos proyectos mutuamente excluyentes.

Instalar una nueva Línea Cienfuegos – Trinidad paralela a la ya existente

Construir una planta de Cogeneración en Trinidad

Cada uno de estos proyectos sin entrar en detalles económico – financieros tiene ventajas y desventajas, razón por la cual existen defensores y detractores de cada uno; pero antes de analizar cuales son esas ventajas y desventajas veremos primeramente en que consiste una planta de cogeneración.

Una planta de Cogeneración como la que se prevé instalar en trinidad tiene como característica que además de producir y vender electricidad aprovecha el calor de desecho con vistas a su comercialización, éste puede ser empleado con varios fines, algunos de ellos son por ejemplo:

Una lavandería, la cual no consumiría electricidad para producir vapor, ni tendría que invertir en una caldera que lo produzca, teniendo en cuenta que podría recibir directamente de la planta el calor de desecho de la combustión

Un frigorífico, el cual ahorraría consumo eléctrico al poder convertir el calor en frío y se evitaría el montaje de grandes compresores.

Una planta potabilizadora de agua de mar, en la cual se utilizaría el calor de desecho de la planta para producir agua potable y sal común.

Un centro de precocción de alimentos, que ahorraría el consumo de electricidad por este concepto.

Después de tener una idea sobre las características de una planta de cogeneración podemos valorar las ventajas y desventajas de cada proyecto:

-

Ventajas de la Planta: 1. Obtención de determinado beneficio con menos

consumo de combustible

2. Evitar pérdidas eléctricas por transmisión a distancia de

electricidad

3. Menor daño al Medio Ambiente por menor cantidad de emanaciones a la atmósfera.

4. Contribuye a disminuir el costo de energía y de inversión en instalaciones de apoyo al turismo que pueden comprar el calor de desecho, en lugar de producirlo.

-

Ventajas de la Línea 1. Rapidez en la instalación, lo que aceleraría la disponibilidad del Servicio

2. Menor costo de Inversión

3. Existen experiencias en este tipo de trabajo en Cuba, en cambio la planta sería la primera de su tipo.

Ante esta situación se presenta la necesidad de calcular criterios de índole financiero, para evaluar ambas alternativas de proyectos, estos pudieran ser:

Valor Presente Neto (VAN).

Tasa Interna de Retorno (TIR).

Período de Recuperación de la Inversión (PRI).

Estos son los principales indicadores que se tendrán en cuenta en nuestro análisis para evaluar las 2 alternativas de proyectos.

Como planteábamos en el capítulo 1 de este trabajo, en todos ellos existen aspectos que resulta imprescindible determinar, como son:

Inversión Inicial

Ingresos previstos

Erogaciones de efectivo previstas

Flujos de Efectivo que relacionan los ingresos y los costos futuros (Actualizados)

En este mismo orden analizaremos estos factores antes de aplicar los criterios:

-

2.2 INVERSIÓN INICIAL

La inversión por Etapas de la Planta estaría conformada por varios objetos de obra cuyo valor en moneda convertible se muestra en el (ANEXO 6)

Esta inversión deberá estar concluida en su primera etapa antes del 31 de diciembre del 2001. En los años 2004 y 2008 atendiendo al crecimiento de la demanda en Trinidad se justificaría la adquisición respectivamente de 1 nuevo bloque generador de 10 Mw/h, por lo que esas nuevas etapas representarían erogaciones en esos años, razón por la cual se considerarán incrementos de inversión y afectarán los flujos de efectivo de esos períodos y los montos respectivos como se aprecian en el referido anexo sería por etapas:

Estos gastos de Inversión se incurren en USD no obstante los costos teniendo en cuenta también la Moneda Nacional aparecen en el (ANEXO 7)

La inversión total de la Planta en ambas monedas estaría en el orden de:

INVERSION TOTAL			
CONCEPTOS	MUSD	MP	TOTAL
Inversión Total	25745.00	1930.89	27675.89

Mientras que la inversión de la Línea esta en el orden de los 6 000 000.00 en MUSD, como se observa, si los directivos de la Unión Eléctrica utilizaran como criterio de selección y/o decisión los costos de inversión, sin duda alguna defendería la idea de la línea, razón por la cual recomendamos otra serie de análisis que tienen en cuenta los flujos de efectivo y el valor del dinero en el tiempo para seleccionar la mejor variante.

Los distintos objetos de obra con sus correspondientes componentes nos fueron facilitados por los proyectistas de la planta, como se observa en los referidos anexos se incluyen los distintos sistemas, maquinarias, mobiliarios, edificaciones, redes de servicios, equipos de transporte etc., de esta misma fuente obtuvimos los costos aproximados de cada componente tanto en moneda nacional como en moneda libremente convertible

2.3 INGRESOS

Para estimar los ingresos de cada proyecto se debe tener en cuenta que con la Línea solamente se obtendrían ingresos por venta de electricidad, mientras que en el caso de la Planta de Cogeneración se obtendrían además de estos ingresos los ocasionados por la venta del calor resultante cuyo mercado estaría en algunas de las instalaciones colaterales de las que hablábamos anteriormente que prestarían servicios al turismo.

INGRESOS DE LA PLANTA DE COGENERACIÓN

Según el texto español " Aspectos Económicos de la Cogeneración" (1). "... una Planta de Cogeneración es capaz de producir la misma cantidad de Kw eléctricos que de Kw calóricos y sería rentable logrando vender solamente el 50 % de ese calor de deshecho,..." ya que se asume que la electricidad producida se vendería en un 100%. A este 50 % el autor lo denomina Relación Calor Electricidad (En lo adelante RCE)

Por estudios en la demanda se ha podido comprobar que la venta de calor estaría por encima del 50 % razón por la cual evaluaremos todos los indicadores de la Planta para las siguientes RCE:

0.5

0.6

0.7

0.8

0.9

1

En este mismo texto se plantea que para que una planta de este tipo alcance la rentabilidad haciendo frente a la competencia puede asumir que el precio del Kw calórico sea 1/3 del precio del Kw eléctrico.

(1) Aspectos Económicos de la Cogeneración, España, 1990, pág. 210

En Cuba el precio promedio del Kw eléctrico alcanza los 0.09 pesos/Kwe, razón por la cual podemos considerar el precio del Kw calórico en 0.03 pesos/Kwc

Primeramente determinaremos los ingresos por venta de electricidad y posteriormente veremos los que se producen por concepto de venta de calor

INGRESOS POR VENTA DE ELECTRICIDAD (Pcg)

Cuando proyectamos los ingresos por concepto de venta de electricidad, lo hacemos multiplicando la capacidad de entrega horaria de la planta por el precio del Kwe por el tiempo anual de operaciones de la planta, este último se determina de la siguiente manera

$$\text{TRTA} = \text{Horas del Día} \times \text{Días del Año} \times (1 - \% \text{ de TIRR})$$

Dónde: TIRR =Tiempo de Interrupción por Roturas y Reparaciones

TRTA = Tiempo Real de Trabajo al Año

Sustituyendo:

$$\text{TRTA} = 24 \times 365 \times (1 - 0.08) = 8059.2$$

Después de haber determinado el TRTA ya podemos proyectar los ingresos que por concepto de electricidad tendrá la Planta de Cogeneración y utilizaremos para ello la siguiente fórmula:

En condiciones normales , cualquier planta generadora de energía debe permanecer solamente detenida el 8 % del tiempo del año para reparaciones y debe funcionar ininterrumpidamente en condiciones de suministro constante de combustibles y otros insumos el 92 % del año en Cuba en los últimos tiempos, después de los años más críticos del período especial las plantas generalmente están alcanzando este ritmo de trabajo que es el predominante a nivel internacional, por eso en nuestros cálculos utilizamos este mismo dato

Ing. Electricidad = TRTA(h) X Capacidad de Entrega (Mw/h) X Precio del Kw

Esta fórmula la aplicamos para cada una de las capacidades de entrega anuales proyectadas y obtendremos las proyecciones de los ingresos que se prevé tenga esta planta desde el 2002 hasta el 2022 por concepto de electricidad. (ANEXO 8) o sea sin incluir los posibles ingresos por concepto de vapor.

INGRESOS POR VENTA DE CALOR (Pcg)

Los ingresos por concepto de venta de calor suponiendo RCE = 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 y 1 se proyectarán partiendo del postulado de que el precio del Kw/h calórico puede ser

un tercio del Kw/h eléctrico, razón por la cual consideramos estos precios unitarios como sigue:

Precio del Kw/h eléctrico : \$ 0.09

Precio del Kw/h calórico : 0.03

En el (ANEXO 9) mostramos los ingresos por concepto de calor de la planta para las distintas RCE

Estos ingresos por concepto de venta de calor dependen del nivel de demanda que alcance este calor, en estudios preliminares de mercado se pueden prever grandes potencialidades de consumo , pues el territorio tiene grandes limitaciones como las siguientes:

La actividad de lavandería se tiene que desarrollar en Sancti Spíritus o Cienfuegos , razon por la cual es necesario construir en le territorio una lavandería a la cual le resultaría 3 veces más barato comprar vapor que electricidad, además al comprar el calor no tendría que invertir en gran cantidad de componentes para producir el vapor, o sea la inversión sería menor.

Con el crecimiento del turismo las empresas suministradoras de carnes, vegetales etc. Necesitarían en el territorio un frigorífico, al cual le resultaría también más económico convertir la energía calorífica en frío que la electricidad

En Trinidad existen dificultades con el abastecimiento de agua potable, y este calor se podría utilizar en la potabilización de agua de mar, con lo cual se obtendría agua potable y sal común

Después que tenemos los ingresos por concepto de electricidad y de calor podemos ver los Ingresos totales para cada año y para cada una de la RCE (ANEXO 10)

Existen otras formas de aprovechar este calor, de ahí que la RCE demandada puede llegar a ser 1, dependiendo de la motivación inversionista en las empresas y organismos del territorio.

INGRESOS POR ELECTRICIDAD DE LA LINEA CONVENCIONAL

Se determinan de forma similar a los ingresos por electricidad de la planta, si tenemos en cuenta que se mantiene la capacidad de entrega así como el tiempo de trabajo y el precio del kw/h eléctrico.
(ANEXO 11)

Debe tenerse en cuenta que estos dos proyectos son mutuamente excluyentes, pues el que se apruebe abastecerá d electricidad al municipio Trinidad, recordemos que existen 3 formas de competencia:

Pura y Perfecta

Comppetencia monopolizada

Monopolio siin competencia

El proyecto seleccionado establecerá sobre el mercado un monopolio sin competencia, por lo que la capacidad de entrega de ambos será igual a la demanda de electricidad en el territorio, o sea permanece constante de un proyecto a otro, también permanece constante el precio del kw electrico (\$ 0.09), si seguimos considerando constante el tiempo de roturas e interrupciones en un 8 % entonces los ingresos por concepto de venta de electricidad de esta línea son iguales a los de la Planta.

-

2.1 PERSPECTIVAS SOBRE LA DEMANDA DE ELECTRICIDAD EN TRINIDAD

En el destino turístico "Trinidad de Cuba" existen en la actualidad gran cantidad de capacidades instaladas al servicio del turismo nacional e internacional, por ser esta zona del litoral sur cubano un destino turístico altamente demandado dentro del territorio nacional no solo por la belleza de sus playas sino también por ser Patrimonio de la Humanidad, razón por la cual no solamente existen capacidades instaladas para el alojamiento sino que también existen gran cantidad de instalaciones extrahoteleras de apoyo al turismo. (ANEXO 1)

Precisamente debido a la demanda que experimenta este destino turístico se prevé la construcción de nuevos hoteles en algunas parcelas, que aumentarían significativamente el número de habitaciones y de servicios extrahoteleros instalados, las perspectivas se aprecian en el (ANEXO 2), tanto las inmediatas, o sea del 2001 al 2003, como las proyecciones totales por parcelas.

También existe un pronóstico de las capacidades a instalar en los próximos 20 años, teniendo en cuenta el ritmo real con que estas habitaciones deben ser puestas en explotación (ANEXO 3)

En estudios realizados por la Unión Eléctrica en instalaciones turísticas se ha podido constatar que el comportamiento de la demanda en Mw/h por habitaciones depende de la categoría del hotel y es como sigue:

CATEGORÍA	DEM. MINIMA	DEM. MAXIMA	DEM. MEDIA
-----------	-------------	-------------	------------

2 ESTRELLAS	0.3	0.7	0.5
3 ESTRELLAS	1.7	2.2	1.95
4 ESTRELLAS	2.2	3	2.6
5 ESTRELLAS	3	3.9	3.45

Sobre esta base, así como sobre la base de las capacidades ya instaladas, partiendo de la demanda real de 1998 y 1999 se elaboró por parte de la Unión Eléctrica un pronóstico de consumo energético promedio en Mw/hora para los próximos 20 años (ANEXO 4)

Gráficamente esta demanda se comportaría como se aprecia en el (ANEXO 5)

Ante esta creciente demanda se presenta el hecho de que las líneas eléctricas que hoy surten Trinidad serán insuficientes, razón por la cual la Unión Eléctrica deberá acometer inversiones que resuelvan este déficit, para ello se tienen en perspectiva dos proyectos mutuamente excluyentes.

Instalar una nueva Línea Cienfuegos – Trinidad paralela a la ya existente

Construir una planta de Cogeneración en Trinidad

Cada uno de estos proyectos sin entrar en detalles económico – financieros tiene ventajas y desventajas, razón por la cual existen defensores y detractores de cada uno; pero antes de analizar cuales son esas ventajas y desventajas veremos primeramente en que consiste una planta de cogeneración.

Una planta de Cogeneración como la que se prevé instalar en trinidad tiene como característica que además de producir y vender electricidad aprovecha el calor de desecho con vistas a su comercialización, éste puede ser empleado con varios fines, algunos de ellos son por ejemplo:

Una lavandería, la cual no consumiría electricidad para producir vapor, ni tendría que invertir en una caldera que lo produzca, teniendo en cuenta que podría recibir directamente de la planta el calor de desecho de la combustión

Un frigorífico, el cual ahorraría consumo eléctrico al poder convertir el calor en frío y se evitaría el montaje de grandes compresores.

Una planta potabilizadora de agua de mar, en la cual se utilizaría el calor de desecho de la planta para producir agua potable y sal común.

Un centro de precocción de alimentos, que ahorraría el consumo de electricidad por este concepto.

Después de tener una idea sobre las características de una planta de cogeneración podemos valorar las ventajas y desventajas de cada proyecto:

-

Ventajas de la Planta: 1. Obtención de determinado beneficio con menos

consumo de combustible

2. Evitar pérdidas eléctricas por transmisión a distancia de electricidad

3. Menor daño al Medio Ambiente por menor cantidad de emanaciones a la atmósfera.

4. Contribuye a disminuir el costo de energía y de inversión en instalaciones de apoyo al turismo que pueden comprar el calor de desecho, en lugar de producirlo.

-

Ventajas de la Línea 1. Rapidez en la instalación, lo que aceleraría la disponibilidad del Servicio

2. Menor costo de Inversión

3. Existen experiencias en este tipo de trabajo en Cuba, en cambio la planta sería la primera de su tipo.

Ante esta situación se presenta la necesidad de calcular criterios de índole financiero, para evaluar ambas alternativas de proyectos, estos pudieran ser:

Valor Presente Neto (VAN).

Tasa Interna de Retorno (TIR).

Período de Recuperación de la Inversión (PRI).

Estos son los principales indicadores que se tendrán en cuenta en nuestro análisis para evaluar las 2 alternativas de proyectos.

Como planteábamos en el capítulo 1 de este trabajo, en todos ellos existen aspectos que resulta imprescindible determinar, como son:

Inversión Inicial

Ingresos previstos

Erogaciones de efectivo previstas

Flujos de Efectivo que relacionan los ingresos y los costos futuros (Actualizados)

En este mismo orden analizaremos estos factores antes de aplicar los criterios:

-

2.2 INVERSIÓN INICIAL

La inversión por Etapas de la Planta estaría conformada por varios objetos de obra cuyo valor en moneda convertible se muestra en el (ANEXO 6)

Esta inversión deberá estar concluida en su primera etapa antes del 31 de diciembre del 2001. En los años 2004 y 2008 atendiendo al crecimiento de la demanda en Trinidad se justificaría la adquisición respectivamente de 1 nuevo bloque generador de 10 Mw/h, por lo que esas nuevas etapas representarían erogaciones en esos años, razón por la cual se considerarán incrementos de inversión y afectarán los flujos de efectivo de esos períodos y los montos respectivos como se aprecian en el referido anexo sería por etapas:

Estos gastos de Inversión se incurren en USD no obstante los costos teniendo en cuenta también la Moneda Nacional aparecen en el (ANEXO 7)

La inversión total de la Planta en ambas monedas estaría en el orden de:

INVERSION TOTAL			
CONCEPTOS	MUSD	MP	TOTAL
Inversión Total	25745.00	1930.89	27675.89

Mientras que la inversión de la Línea esta en el orden de los 6 000 000.00 en MUSD, como se observa, si los directivos de la Unión Eléctrica utilizaran como criterio de selección y/o decisión los costos de inversión, sin duda alguna defendería la idea de la línea, razón por la cual recomendamos otra serie de análisis que tienen en cuenta los flujos de efectivo y el valor del dinero en el tiempo para seleccionar la mejor variante.

Los distintos objetos de obra con sus correspondientes componentes nos fueron facilitados por los proyectistas de la planta, como se observa en los referidos anexos se incluyen los distintos sistemas, maquinarias, mobiliarios, edificaciones, redes de servicios, equipos de transporte etc., de esta misma fuente obtuvimos los costos aproximados de cada componente tanto en moneda nacional como en moneda libremente convertible

2.3 INGRESOS

Para estimar los ingresos de cada proyecto se debe tener en cuenta que con la Línea solamente se obtendrían ingresos por venta de electricidad, mientras que en el caso de la Planta de Cogeneración se obtendrían además de estos ingresos los ocasionados por la venta del calor resultante cuyo mercado estaría en algunas de las instalaciones colaterales de las que hablábamos anteriormente que prestarían servicios al turismo.

INGRESOS DE LA PLANTA DE COGENERACIÓN

Según el texto español " Aspectos Económicos de la Cogeneración" (1). "... una Planta de Cogeneración es capaz de producir la misma cantidad de Kw eléctricos que de Kw calóricos y sería rentable logrando vender solamente el 50 % de ese calor de deshecho,..." ya que se asume que la electricidad producida se vendería en un 100%. A este 50 % el autor lo denomina Relación Calor Electricidad (En lo adelante RCE)

Por estudios en la demanda se ha podido comprobar que la venta de calor estaría por encima del 50 % razón por la cual evaluaremos todos los indicadores de la Planta para las siguientes RCE:

0.5

0.6

0.7

0.8

0.9

1

En este mismo texto se plantea que para que una planta de este tipo alcance la rentabilidad haciendo frente a la competencia puede asumir que el precio del Kw calórico sea 1/3 del precio del Kw eléctrico.

(1) Aspectos Económicos de la Cogeneración, España, 1990, pág. 210

En Cuba el precio promedio del Kw eléctrico alcanza los 0.09 pesos/Kwe, razón por la cual podemos considerar el precio del Kw calórico en 0.03 pesos/Kwc

Primeramente determinaremos los ingresos por venta de electricidad y posteriormente veremos los que se producen por concepto de venta de calor

INGRESOS POR VENTA DE ELECTRICIDAD (Pcg)

Cuando proyectamos los ingresos por concepto de venta de electricidad, lo hacemos multiplicando la capacidad de entrega horaria de la planta por el precio del Kwe por el tiempo anual de operaciones de la planta, este último se determina de la siguiente manera

$$\text{TRTA} = \text{Horas del Día} \times \text{Días del Año} \times (1 - \% \text{ de TIRR})$$

Dónde: TIRR =Tiempo de Interrupción por Roturas y Reparaciones

TRTA = Tiempo Real de Trabajo al Año

Sustituyendo:

$$\text{TRTA} = 24 \times 365 \times (1 - 0.08) = 8059.2$$

Después de haber determinado el TRTA ya podemos proyectar los ingresos que por concepto de electricidad tendrá la Planta de Cogeneración y utilizaremos para ello la siguiente fórmula:

En condiciones normales , cualquier planta generadora de energía debe permanecer solamente detenida el 8 % del tiempo del año para reparaciones y debe funcionar ininterrumpidamente en condiciones de suministro constante de combustibles y otros insumos el 92 % del año en Cuba en los últimos tiempos, después de los años más críticos del período especial las plantas generalmente están alcanzando este ritmo de trabajo que es el predominante a nivel internacional, por eso en nuestros cálculos utilizamos este mismo dato

Ing. Electricidad = TRTA(h) X Capacidad de Entrega (Mw/h) X Precio del Kw

Esta fórmula la aplicamos para cada una de las capacidades de entrega anuales proyectadas y obtendremos las proyecciones de los ingresos que se prevé tenga esta planta desde el 2002 hasta el 2022 por concepto de electricidad. (ANEXO 8) o sea sin incluir los posibles ingresos por concepto de vapor.

INGRESOS POR VENTA DE CALOR (Pcg)

Los ingresos por concepto de venta de calor suponiendo RCE = 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 y 1 se proyectarán partiendo del postulado de que el precio del Kw/h calórico puede ser

un tercio del Kw/h eléctrico, razón por la cual consideramos estos precios unitarios como sigue:

Precio del Kw/h eléctrico : \$ 0.09

Precio del Kw/h calórico : 0.03

En el (ANEXO 9) mostramos los ingresos por concepto de calor de la planta para las distintas RCE

Estos ingresos por concepto de venta de calor dependen del nivel de demanda que alcance este calor, en estudios preliminares de mercado se pueden prever grandes potencialidades de consumo , pues el territorio tiene grandes limitaciones como las siguientes:

La actividad de lavandería se tiene que desarrollar en Sancti Spíritus o Cienfuegos , razon por la cual es necesario construir en le territorio una lavandería a la cual le resultaría 3 veces más barato comprar vapor que electricidad, además al comprar el calor no tendría que invertir en gran cantidad de componentes para producir el vapor, o sea la inversión sería menor.

Con el crecimiento del turismo las empresas suministradoras de carnes, vegetales etc. Necesitarían en el territorio un frigorífico, al cual le resultaría también más económico convertir la energía calorífica en frío que la electricidad

En Trinidad existen dificultades con el abastecimiento de agua potable, y este calor se podría utilizar en la potabilización de agua de mar, con lo cual se obtendría agua potable y sal común

Después que tenemos los ingresos por concepto de electricidad y de calor podemos ver los Ingresos totales para cada año y para cada una de la RCE (ANEXO 10)

Existen otras formas de aprovechar este calor, de ahí que la RCE demandada puede llegar a ser 1, dependiendo de la motivación inversionista en las empresas y organismos del territorio.

INGRESOS POR ELECTRICIDAD DE LA LINEA CONVENCIONAL

Se determinan de forma similar a los ingresos por electricidad de la planta, si tenemos en cuenta que se mantiene la capacidad de entrega así como el tiempo de trabajo y el precio del kw/h eléctrico. (ANEXO 11)

Debe tenerse en cuenta que estos dos proyectos son mutuamente excluyentes, pues el que se apruebe abastecerá d electricidad al municipio Trinidad, recordemos que existen 3 formas de competencia:

Pura y Perfecta

Comppetencia monopolizada

Monopolio siin competencia

El proyecto seleccionado establecerá sobre el mercado un monopolio sin competencia, por lo que la capacidad de entrega de ambos será igual a la demanda de electricidad en el territorio, o sea permanece constante de un proyecto a otro, también permanece constante el precio del kw electrico (\$ 0.09), si seguimos considerando constante el tiempo de roturas e interrupciones en un 8 % entonces los ingresos por concepto de venta de electricidad de esta línea son iguales a los de la Planta.

2.4 COSTOS

COSTOS DE LA PLANTA DE COGENERACIÓN

Para el cálculo de los Costos de Generación también diferenciamos los costos de la planta con los de la línea, los costos de generación se deben determinar por la siguiente fórmula

Costos de Generación Variables Unitarios

$$C_{gv} = \text{Costos Consumo Costo} \cdot \text{Consumo Costos de Insumo}$$

Del Comb. X específico + del lubric X específico + operac y + eléctrico

\$/kg de comb. \$/kg de lubric mtto. Unit.

kg./kwh kg./kwh

Costos de Generación Variables Totales

$$\text{C}_{gv} \text{ Total} = \text{C}_{gv} \times (\text{Potencia Ajustada en kwh} \times \text{Tiempo Real de Trabajo al Año})$$

Costos de generación Fijos Totales:

$$C_{gf} = \text{Gastos de Personal} + \text{Gastos de Depreciación}$$

-

Costos de Generación Fijos Unitarios:

$$C_{gf} \text{ unit} = C_{gf} / (\text{Potencia Ajustada en kwh} \times \text{Tiempo Real de Trabajo al Año})$$

Costos de Generación Total

$$C_{gt} = C_{gv} + C_{gf}$$

-

Costos de Generación Totales Unitarios:

-

$Cg_{unit} = Cgt / (Potencia\ Ajustada\ en\ kwh \times Tiempo\ Real\ de\ Trabajo\ al\ Año)$

La base de cálculo para la determinación del costo se observa en el (ANEXO 12), tanto para la planta como para la línea.

Si aplicamos los datos referidos en el anexo 12 a las fórmulas anteriores obtendremos los Costos Fijos, Variables y Totales de Cogeneración, tanto los Unitarios como los Totales. Estos resultados se observan en el (ANEXO 13), donde además se muestran los Costos Totales de Cogeneración de la Planta desde el año 2002 hasta el 2022.

COSTOS DE LA LINEA

Para determinar los costos de la Línea Convencional aplicamos la misma fórmula, con la diferencia de que en los gastos variables no se incluyen los gastos de lubricantes por no consumirse ellos en este tipo de proyecto, el costo variable unitario quedaría conformado como sigue:

$Cgv = Costos\ Consumo\ Costos\ de\ Insumo$

Del Comb. X específico + operac. y + eléctrico

\$/kg de comb. mto. Unit.

kg/kwh

El resto de los cálculos se formulan de igual forma que los de la planta, los resultados finales de los Costos Anuales Totales de la línea se observan en el (ANEXO 14)

Una aclaración que consideramos oportuna es relacionada con la Potencia Ajustada:

Para consumir una determinada cantidad de corriente no se produce la misma cantidad de energía si el destinatario se encuentra en un lugar cercano a donde ocurre la generación que si el destinatario se encontrara a distancia, pues en el último caso, factores como el calor y la longitud del conductor ocasionan pérdidas en transmisión, en nuestro sistema energético estas pérdidas se valoran en la zona objeto de análisis en un 4 %, es por ello que en el caso de la línea afectamos la potencia demandada con un 4 % para obtener la Potencia Ajustada:

Potencia Ajustada = (Potencia Demandada) X (1+ % de Pérdidas en Transferencia)

Potencia Ajustada = (10) X (1.04) = 10.04 Kw/h

EXTERNALIDADES

Estos costos reflejan un conjunto de externalidades del proceso de producción de energía, que no se incluyen en los costos internos o directos, como los costos de los impactos negativos de las tecnologías sobre el medio ambiente. En este sentido, algunos autores han realizado cálculos y estimados de dichos costos en función del tipo de fuente y tecnología energética. Si en realidad se dispusiera de toda la información necesaria a los análisis tradicionales, se les debía sumar a los costos internos, los externos y se hablaría entonces en términos de costos totales, y se estarían incorporando, de cierta forma, otros criterios en la selección de alternativas energéticas, específicamente criterios sociales y ambientales.

En la literatura especializada se brindan diversas definiciones y categorías de costos externos. Algunos de los posibles efectos que deben ser considerados en estos costos son:

Impactos sobre la salud humana.

Daños al medio ambiente: a la flora, fauna y cambios climáticos globales.

Costos a largo plazo debido al agotamiento de las reservas energéticas (aumento de los precios).

Recientemente, el Laboratorio Nacional de Energía Renovable de los Estados Unidos (NREL) ha realizado un estudio donde se relacionan siete enfoques o vías de estimación de los costos externos, para incluirlos (internalizarlos) dentro de la red del proceso de planeación energética ("Resource Energy Planning Framework") no obstante no existen muchas experiencias en este sentido en el mundo.

Esta tabla muestra los costos estimados en \$ / kwh para varias fuentes de energía:

Estimados de Costos Externos (US cents / kWh)					
Categoría	Carbón	Petróleo	C.C. Turbinas Gas	Nuclear	Eólica
Salud humana / accidentes	0.7 - 4.00	0.7 - 4.80	0.10 - 0.20	0.03	0.04
Cultivos / flora	0.07 - 1.5	1.6	0.08	pequeña	0.08
Edificaciones	0.15 - 5.00	0.2 - 5.00	0.05 - 1.8	pequeña	0.10 - 0.33
Desastres	-	-	-	0.11 - 2.50	-
Daños globales	0.05 - 24.0	0.5 - 1.3	0.3 - 0.7	0.02	0.018
Totales	1.70 - 40.0	3.7 - 18.7	0.83 - 1.86	0.36 - 50	0.4 - 1.00

Fuente: Publicaciones del Laboratorio Nacional de Energía Renovable de EEUU, 1997

En nuestro caso preferimos no incluir las externalidades dentro de la evaluación del proyecto por considerar que al no existir una metodología aprobada para ello solamente debíamos verlos como costos externos que no afectarían los desembolsos de la Unión Eléctrica, independientemente de que en nuestra opinión todos los proyectos que se evalúen, precisamente en la fase de preinversión, deben tener un estudio del costo medioambiental que originaría, ya que si bien es cierto que el costo en ocasiones no es asumido por la unidad inversionista, si son costos ocasionados al entorno y de alguna forma afectan la economía del país.

Los dos proyectos objeto de análisis utilizan el petróleo como fuente de energía, si promediamos los valores donde oscilan los costos de este combustible en centavos por kwh tendremos un resultado de 11.2, si este lo convertimos en \$ serían 0.112 dólares / kwh, esto es para la producción de energía, a partir de un ciclo convencional Ranking; para la cogeneración este costo unitario es menor, ya que el consumo específico de combustible es inferior (ver el Anexo # 12), el cual sería de 0.075 dólares / kwh

Los factores fundamentales que condicionan esta diferencia de costo unitario son:

El rendimiento térmico de los motores de combustión interna utilizados en la Cogeneración es mayor que el de ciclo Ranking convencional en las plantas productoras de energía eléctrica, esto hace que el consumo específico de combustible por kWh producido en la Cogeneración sea menor que en una planta convencional.

Con la Línea existen pérdidas de transmisión por lo que para demandas iguales la producción

Y por ende los consumos de combustibles serían mayores. Los resultados de esta afectación al medio ambiente se muestran en el (ANEXO 15)

El tercer factor de importancia trascendental radica en que los servicios extrahoteleros que se instalen aprovechando el calor de desecho de la planta consumirían menos corriente eléctrica y no se utilizaría combustible adicional, razón por la cual esto contribuiría a disminuir la demanda en el Sistema Electroenergético Nacional y por ende el consumo de combustible.

2.5 FLUJOS DE EFECTIVO

Para aplicar criterios novedosos de evaluación de proyectos como el VAN, TIR y Período de Recuperación es necesario tener presente el valor de los flujos de en el tiempo, a continuación mostramos los flujos de la Planta, utilizando los gastos y los ingresos suponiendo las diferentes RCE

Los Flujos de caja de cada año se determinaron aplicando la siguiente expresión:

Dónde:

I- Ingresos en el año i , \$

G- Gastos en el año i , \$.

I_m - Tasa de impuestos sobre ganancia, %.

Dep- Depreciación del equipamiento o amortización de la inversión, \$.

Existen varios métodos para determinar la depreciación aunque la más común es considerarla lineal, o de línea recta, esta fue la aplicada por nosotros y se determina de la siguiente forma:

Dónde:

$I.I$ = Inversión Inicial

N = Años de Vida Util Esperada

FLUJOS DE LA PLANTA DE COGENERACION

Para la determinación de los flujos, partimos restando a los Ingresos Proyectados Totales de la Planta para cada una de los diferentes niveles de Relación Calor Electricidad, los Costos Totales para cada año obteniendo lo que denominamos Utilidad antes de Impuestos.

A esta Utilidad le restamos en cada año un 35 % de Impuestos sobre la Ganancia, alcanzando así la Utilidad después de Impuestos o Utilidad Contable.

Para la Evaluación Económico Financiera de Proyectos de Inversión a estos Flujos se les debe aumentar los Gastos de Depreciación, los cuales ya formaban parte de los costos fijos anuales.

Una vez que se determinan los Flujos aumentando la Depreciación solamente quedaría pendiente restar los incrementos de Inversión que se espera tengan lugar en períodos posteriores al año inicial, en el caso de la Planta, se espera, debido a las proyecciones del aumento de la demanda del consumo en Trinidad, que en los años 2004 y 2008 sea necesaria la instalación de 1 bloque de 10 mw/h respectivamente. Los Flujos de Efectivo anuales de la Planta se aprecian en el (ANEXO 16)

Obsérvese que por estas inversiones adicionales en algunos flujos se tiene un valor negativo.

FLUJOS DE CAJA DE LA LINEA

Los Flujos de Caja de la Línea también se muestran en el anexo anterior y se determinan aplicando los mismos procedimientos que los de la planta, con la diferencia de que en este proyecto no se esperan incrementos de inversión.

Obsérvese que los Flujos de Caja de la Línea son mucho menores que los de la planta lo cual está motivado fundamentalmente porque los ingresos que podría obtener la planta por concepto de calor no los tendría la línea, mientras que en los egresos anuales no se aprecian grandes diferencias.

Los cálculos de costos y gastos, incluyendo la depreciación se muestran en el anexo 12

2.6 CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN)

En nuestro trabajo enunciábamos la importancia y las características del Valor Actual Neto para seleccionar uno u otro proyecto.

Para determinarlo, en ambos proyectos hemos partido de los flujos de efectivo ya determinados con anterioridad, utilizando las funciones financieras de " EXCEL ".

Para determinar el valor Actual de la Planta Utilizamos las diferentes RCE y las siguientes tasas de descuento:

12, 13, 14, 15, 16, 17 Y 18 %

A pesar de que este organismo establece un 15 % para la evaluación de sus proyectos hacemos esto para prever el riesgo , pues las mayores posibilidades de afectación de los resultados por éste, radican en que la inflación cambie el costo de capital o que el calor no pueda ser vendido en un 100%.

Debe destacarse que en otros países esta tasa se afecta con la inflación publicada periódicamente en el caso de Cuba, consultamos algunas de las metodología propuestas

por los diferentes sectores y se recomienda que como tasa de descuento se utilice este rango para suplir la falta de información realmente fidedigna sobre la tasa de inflación.

Algunos especialistas consideran también oportuno afectar los flujos de efectivo con los incrementos anuales del Fondo de Maniobra, no obstante consideramos que desde el momento actual resultaría muy complejo predecir estos resultados, razón por la cual recomendamos que se continúe profundizando en este aspecto por parte de los inversionistas y proyectistas.

El resultado del cálculo de los Valores Actuales Netos para las distintas RCE de la planta y para la línea se muestra en el (ANEXO 17)

El comportamiento gráfico de los resultados de esta función se aprecian en el (ANEXO 18)

El mayor VAN lo alcanza la Planta, si lograra alcanzar una $RCE = 1$, no obstante obsérvese que cualquiera que sea la RCE obtenida, el VAN es mayor siempre para la Planta que para la Línea, razón por la cual desde este punto de vista, este proyecto se considera más factible

2.7 CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

La Tasa Interna de Rendimiento se determinó haciendo uso de los Flujos de Efectivo y empleando la Funciones Financieras del EXCEL, obsérvese que en todos los casos es mayor al Costo de Capital y su comportamiento se aprecia en el (ANEXO 19)

El comportamiento gráfico de las TIR para las diferentes RCE que puede alcanzar la planta y la de la línea también se aprecian en el anexo antes mencionado

Si consideramos que la TIR es la tasa de rentabilidad que debe superar un proyecto para alcanzar un VAN mayor que 0, y por tanto para hacer factible este proyecto en todos los casos es muy alta no obstante la mayor TIR la presenta la línea razón por la cual este criterio también hace mejor la decisión de la línea pues según Bolten "... se emprendería primero aquel proyecto cuya TIR es la más alta ..." (1) esto sería en el caso de que solamente se quisiera utilizar este criterio como punto de partida para la decisión.

La TIR es la Tasa de Descuento donde se igualan los flujos de efectivo futuros y la inversión original.

(1) Bolten, Steven E, Administración Financiera pág. 241

2.8 CÁLCULO DEL PERIODO DE RECUPERACION

Para los directivos de cualquier empresa la evaluación de este criterio es sumamente importante, y le conceden un alto grado de importancia a la hora de decidir sobre uno u otro proyecto.

Tradicionalmente el período de recuperación se calculaba como la inversión inicial entre la ganancia esperada por año, sin tener en cuenta el valor del dinero en el tiempo o costo del uso del capital inicial, por lo que por esta vía el valor que se obtiene es inferior al real.

El procedimiento utilizado por nosotros prevé esta situación es por ello que partiendo de la Inversión Inicial y de los Flujos de Caja anuales actualizados, realizamos el siguiente cálculo para determinar aproximadamente en que momento se recupera lo invertido.

Así por ejemplo el cálculo para RCE = 0.5 se efectúa de la siguiente forma:

Primeramente determinamos la diferencia entre la Inversión Inicial (\$ 10261090) y el flujo del año 2002 actualizado, la diferencia resultante es negativa (-6.88 millones) por lo que consideramos que aún no se ha recuperado la inversión; para el año 2003 al resultado obtenido anteriormente le agregamos el flujo del 2003 actualizado, y obsérvese que se hace más pequeña la cantidad negativa resultante (-3.95 millones) y así sucesivamente se agrega a cada valor obtenido el flujo actualizado del año siguiente hasta que se alcance el cambio de signo, en el año que esto ocurra se habrá recuperado la Inversión.

Los cálculos utilizando cada año y cada RCE se muestran en el (ANEXO 20), como se observa estos resultados demuestran que la inversión se recupera de la siguiente forma:

PROYECTO	PERIODO DE RECUPERACIÓN
Planta con RCE = 0.5	Entre 4 y 5 años
Planta con RCE = 0.6	Entre 4 y 5 años

Al retornar al EXCEL con estos valores planteamos para cada variante de proyecto en una celda determinada la ecuación anterior haciendo referencia a X en otra celda, con valores desde 1.0 hasta 5.0, así podíamos determinar el valor de X que hace cero la función, por lo que determinamos finalmente el tiempo exacto de recuperación de la cada Proyecto siendo el referido en el (ANEXO 21)

Teniendo los valores que en cada caso hacen 0 la función, pudimos determinar con exactitud los años, meses y días que tarda en recuperarse cada variante o proyecto, y se corresponden con exactitud con los intervalos trazados en la tabla que mostraba entre cuantos años se esperaba la recuperación.

PROYECTO	AÑOS	MESES	DIAS
Planta RCE 1	3	11	11
Planta RCE 0.9	4	1	4
Planta RCE 0.8	4	3	2
Planta RCE 0.7	4	5	3
Planta RCE 0.6	4	7	11
Planta RCE 0.5	4	9	25
Línea	3	1	15

Los resultados gráficos se muestran en el (ANEXO 22)

Como se observa el Período de Recuperación menor lo tiene la Línea, razón por la cual este proyecto es defendido por varios directivos, aunque debe notarse que la diferencia en tiempo con respecto a cualquier RCE que se alcance no llega a ser más que 1 año.

2.9 SELECCIÓN DEL MEJOR PROYECTO

Como explicábamos en el capítulo 1 utilizaremos para seleccionar el mejor proyecto la técnica de

Decisión Multicriterio Discreta (DMD).

Para ello partimos aplicando una encuesta a diferentes especialistas sobre la importancia que conceden a los siguientes criterios o indicadores.

Valor Actual Neto

Tasa Interna de Rendimiento

Período de Recuperación

Costos Medioambientales

Los especialistas encuestados fueron:

Especialistas en Energía:

Ingenieros Eléctricos:

Especialistas en Evaluación Financiera de Proyectos.

Especialistas en materias medioambientales:

Directivos de la Unión Eléctrica.

La encuesta aplicada fue la siguiente:

ENCUESTA

¿Qué importancia en % le concede usted a cada uno de estos criterios?

- ◆ Valor Actual Neto -----
- ◆ Tasa Interna de Rendimiento -----
- ◆ Período de Recuperación -----
- ◆ Costos Medioambientales -----

Total 100 %

Los resultados procesados de la encuesta para determinar la importancia que ellos le conceden a cada indicador aparecen a continuación.

% de Importancia Concedida a cada Factor					
VAN	Período de Recuperación	TIR	Costo Medioambiental	Costos Totales	
Especialistas en Energía	47	17	26	10	100
Ingenieros Eléctricos	54	20	19	7	100
Esp. en Eval Fcra. de Proyectos	58	21	15	6	100
Esp. en materias Medioambientales	40	17	21	22	100
Directivos de la Unión Eléctrica	51	25	19	5	100
Promedio	50	20	10	10	100

Estos resultados desde el punto de vista gráfico se muestran en el Anexo 23.

Para la normalización de los resultados determinamos cuales de los criterios se deben maximizar y cuales se deben minimizar, así por ejemplo, entre nuestros objetivos se encuentran:

Objetivo 1: Maximizar el Valor Actual Neto

Objetivo 2: Minimizar el Período de Recuperación de la Inversión.

Objetivo 3: Minimizar Tasa Interna de rendimiento

Objetivo 4: Minimizar los Costos Medioambientales

Partimos de la siguiente información que contiene los resultados de los indicadores

Alternativas	VAN (\$)	PRI (años)	TIR %	Costo Medioambiental
A ₁ Planta RCE = 0.5	25,392,758	3.13	40	\$ 6044400
A ₁ Planta RCE = 0.6	27,100,103	3.95	41	6044400
A ₁ Planta RCE = 0.7	28,807,447	4.10	43	6044400
A ₁ Planta RCE = 0.8	30,514,792	4.26	44	6044400
A ₁ Planta RCE = 0.9	32,222,137	4.43	46	6044400
A ₁ Planta RCE = 1	33,929,482	4.62	47	6044400
Línea	21,748,036	4.82	55	\$ 9387356.16
Factor de peso (W), %	50	20	20	10

Según los resultados de la encuesta conocemos además que el primer criterio mencionado tendrá un 50 % en el peso de la decisión, el segundo un 20 %, el tercero un 20 % y en el 4to un 10 %

Nótese tres características particulares del problema:

Los criterios no tienen el mismo peso en la selección.

Los valores de los criterios se miden en diferentes Unidades de Medida

3- Algunos criterios se desean maximizar y otros minimizar.

Atendiendo a estas características, se concluye que solo es posible utilizar un método multicriterial para el proceso de selección, en este caso se utiliza un método de la Decisión Multicriterio Discreta, la Ponderación Lineal.

Como las escalas de evaluación de los criterios son diferentes es necesario realizar un proceso de normalización para poder sumar linealmente las evaluaciones según el método seleccionado, y hallar un valor global que represente desde un punto de vista cualitativo el grado de perfeccionamiento del proyecto. Recordemos que esta normalización se realiza según las expresiones siguientes, ya explicadas en el capítulo 1, en dependencia de si nuestro objetivo es maximizar o minimizar cada criterio.

Valor normalizado = $(\text{Criterios a minimizar}) \exp. (I)$

Valor normalizado = (Criterios a maximizar) exp. (II)

Los resultados de la normalización se muestran a continuación:

NORMALIZACION				
PROYECTO	VAN	PERIODO DE RECUPERACION	TIR	COSTO MEDIOAMBIENTAL
OBJETIVO	MAX.	MIN.	MAX.	MIN
Planta RCE 1	0.30	0	0	1
Planta RCE 0.9	0.44	0.12	0.07	1
Planta RCE 0.8	0.58	0.23	0.20	1
Planta RCE 0.7	0.72	0.33	0.27	1
Planta RCE 0.6	0.86	0.43	0.40	1
Planta RCE 0.5	1	0.52	0.47	1
Línea	0	1	1	0

Aplicando la expresión (III) ya planteada y explicada en el capítulo 1 para determinar el valor de la función global:

$F_i =$

Vemos que la misma toma valores en el rango de 0 a 1, donde los mejores valores son los más cercanos a la unidad. Los resultados finales obtenidos se muestran a continuación:

RESULTADO MULTIPLICADO POR FACTOR DE PESO O					
MATRIZ DE DECISION DE IMPACTOS					
PROYECTO	VAN	PER. DE RECUP.	TIR	COSTO MEDIOAMB.	TOTAL
Planta RCE 1	0.150	0.000	0.000	0.100	0.250
Planta RCE 0.9	0.220	0.024	0.013	0.100	0.357
Planta RCE 0.8	0.290	0.047	0.040	0.100	0.476
Planta RCE 0.7	0.360	0.067	0.053	0.100	0.580
Planta RCE 0.6	0.430	0.086	0.080	0.100	0.695
Planta RCE 0.5	0.500	0.103	0.093	0.100	0.796
Línea	0.000	0.200	0.200	0.000	0.400

Esta sería nuestra matriz de Decisión o de Impactos, si nos basáramos en ella para realizar un ordenamiento de los proyectos por orden descendente en la función global se observa que es preferible la construcción de la planta y que se alcance el máximo de venta de vapor o calor.

Como se puede observar desde un punto de vista integral, atendiendo a todos los criterios propuestos, la mejor alternativa es la construir la planta si se lograra una RCE=1 al alcanzar un resultado total normalizado de 0.810, que es el resultado más cercano a la unidad.

CONCLUSIONES

Al calcular el Valor Actual Neto de la Planta en sus diferentes variantes de Relaciones Calor Electricidad y de la Línea Convencional el mejor resultado lo alcanza la Planta, específicamente en el caso en que lograra vender el 100 % del calor de desecho.

La Tasa Interna de Rentabilidad mayor la alcanza la Línea, lo cual significa que es a partir del 55 % de rendimiento es que la Línea comienza a alcanzar beneficios. Mientras que la Planta en su RCE = 1 ya lo logra a partir del 40 %.

El Período de Recuperación menor lo tiene la Línea en este caso no llega a los 4 años mientras que todas las variantes de la Planta superan esta cantidad de tiempo excepto la que logra RCE = 1 que sin llegar a los 4 años tiene un PR mayor que el de la Línea.

Aplicando el Método Multicriterio Discreto, teniendo en cuenta estos 3 indicadores y el Costo Medioambiental se determinó que la mejor propuesta es la Planta de Cogeneración que logre una RCE=1

RECOMENDACIONES

-

-

Después de arribar a las anteriores conclusiones, recomendamos a la Unión Eléctrica que en el municipio de Trinidad se le de solución al problema del incremento de la demanda de electricidad mediante la construcción de una Planta de Cogeneración en lugar de construir una Línea Convencional adicional que afectaría en mayor medida el medio ambiente y que desde el punto de vista económico financiero es más viable.

Recomendamos a los Organos y Organismos en el territorio trinitario, buscar mecanismos que incentiven el desarrollo de la industria de apoyo al turismo, haciendo uso del calor de desecho de esta planta, en lugar de utilizar la electricidad, en aras de hacer posible que esta alcance una RCE lo más cercana a 1 posible, con lo que aumentaría la eficiencia de la planta, disminuirían los daños al medio ambiente y disminuiría en el país en general el consumo de combustibles y de energía eléctrica

-

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

-

Metodología para la Evaluación de Proyectos de Inversión en CIMEX / s.l. : s.n., s.a./.

1998. -- 50 p.

Bolten, Steven E. Administración Financiera / Steven E.Bolten. -- 9. ed. -- Estados

Unidos, 1996. -- 893 p.

Borroto Nordelo, Anibal. Evaluación Económica de Proyectos de Eficiencia Energética

/ Aníbal Borroto Nordelo, Aníbal Borroto Bermúdez /s.l. : s.n. (UCLV) 1996-

1997. --- 22 p.

4. - Barba-Romero, Sergio. Evaluación Multicriterio de Proyectos de Ciencia y Tecnología./ Sergio Barba-Romero.

En Estrategias, Planificación y Gestión de Ciencia y Tecnología.--Venezuela: Editorial Nueva Sociedad, 1993.-- pp 297-318.

5- Asociación Nacional de Energía Solar. XVI Reunión Nacional de Energía Solar, Mexico, 1992. Martínez Manuel. Penetración de Tecnologías Renovables en la Generación Bruta de Electricidad, pp 101-104.

BIBLIOGRAFÍA

- Borroto Nordelo, Anibal. Evaluación Económica de Proyectos de Eficiencia Energética / Aníbal Borroto Nordelo, Aníbal Borroto Bermúdez /s.l. : s.n. (UCLV) 1996-1997. --- 22 p
- Bolten, Steven E. Administración Financiera / Steven E.Bolten. -- 9. ed. -- Estados Unidos, 1996. -- 893 p.
- Brailey. Fundamentos de Financiación Empresarial / s. L. : s.n., s.a./--
- CENERGIA, Boletín Técnico Semestral Nro. 9. – Perú, Enero - Junio 1995. – 32 p
- Castillo Quintana, Wilfredo. Análisis Mediante la Ingeniería Financiera del Montaje de la Caldera Retal en el CAI Melanio Hernández / Wilfredo Castillo Quintana, José Antonio Durán Ibarra. -- Sancti Spíritus: MINAZ, 1997. -- 15 p.
- Colectivo de autores. Economía de Empresa. 1986. -- 215 p.
- Contabilidad : La Base para Decisiones Generales / s. L. : s.n., s.a./-- 96 p..
- Diploma Europeo en Administración y Dirección de Empresas. -- Santiago de Cuba y Ciudad de La Habana, 1999-2000 -- 125 p.
- Economía de la Empresa. -- / s.l: s.n / , 1986--95 p.
- Fundamento de Administración Financiera -- / s.l: s.n, s.a / . --2t.
- Fundamentos de Financiación Empresarial. Cuarta Edición / s.l. : s.n. , s.a. / --86 p .
- García Marrero, Agustín. Economía de Empresas del Transporte / Agustín García Marrero, Aurelio García Calderón y otros. – La Habana: Editorial de Ciencias

Sociales, 1989. --- 580 p.

Gilman, O. Fundamentos de la Administración Financiera / O. Gilman. -- /s.l. : s.n., s.a. / . -- 369 p.

Machín Vivas, Frank. La Evaluación de Proyectos desde la Óptica Privada y desde la Óptica Social en la Economía Cubana Actual y Perspectiva / Frank Machín Vivas. /s.l. : s.n. (UCLV) 1996-1997..

Metodología Actualizada para la Elaboración de las Fundamentaciones Económico Financieras de los Proyectos de Inversión y Negocios de Análisis de Aprobación de Forma Centralizada / Grupo de Evaluaciones Económicas, Dirección de Economía y Planificación. / s.l. : s.n., s.a./ . 1999. -- 106 p.

Metodología para la Evaluación de Proyectos de Inversión en CIMEX/ s.l. : s.n., s.a./ . 1998. -- 50 p.

Peumas. H. Valoración de proyectos de inversión /s.l. : s.n. , s.a./ -- 79 p.

Pierre Paulet, Jean. Diccionario de Economía y Empresa / Jean Pierre Paulet, Eliseo Santandreu. -- Ediciones Gestión. / s.l. : s.n./ 2000. -- 156 p.

Weston, J. Fred. Finanzas en Administración / J. Fred. Weston, Thomas E. Copeland. -- 9. ed. -- México: McGraw Hill, 1996. --199 p.

Weston, J. Fred. Fundamentos de Administración Financiera / J. Fred Weston. -- 7 ed. -- /s.l. : s.n., s.a. / . -- 803 p.