



*FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS.*

*TRABAJO DE DIPLOMA  
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN PROCESO  
AGROINDUSTRIAL.  
CURSO 2012-2013.*

*Título:*

*Estudio de factibilidad técnico-económica  
de la utilización de corteza agotada de  
Manguifera Índica L en diferentes procesos  
en la UEB Glucosa.*

*Autor: René Ángel Rodríguez Ortega.*

*Tutor: MSc. Fernando Lorenzo Sarria Quesada.*

*Cienfuegos. 2013*

*PENSAMIENTO*

# *DEDICATORIA*

# *AGRADECIMIENTO*

# *RESUMEN*

# *SUMMARY.*

# *ÍNDICE*

# *INTRODUCCIÓN*

*REVISIÓN  
BIBLIOGRÁFICA*

*MATERIALES Y  
METODOS*

*ANÁLISIS Y  
DISCUSIÓN*

# *CONCLUSIONES*

# *RECOMENDACIONES*

# *BIBLIOGRAFÍA*

*ANEXOS*

**DEDICATORIA:**

*A mi familia, amigos y compañeros de trabajo por todo el apoyo*

*dado para llegar hasta aquí, a mi esposa.*

*A mi tutor y Jefe inmediato MSc. Fernando L. Sarria*

*Quesada.*

## *PENSAMIENTO:*

*..La presión poblacional y la pobreza conducen esfuerzos desesperados para sobrevivir aún a costa de la naturaleza. No es posible culpar de esto a los países del Tercer Mundo, colonias ayer, naciones explotadas y saqueadas hoy, por un orden económico mundial injusto.*

*Discurso de Fidel Castro en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo*

*(CNUMAD), 1992.*

## *AGRADECIMIENTO.*

*Toda investigación se debe a un colectivo cuya participación nos debe las palabras de cariño y afecto en los momentos más difíciles hasta el aporte de los conocimientos científicos.*

*Por lo que al concluir una etapa más de nuestra formación profesional no podemos hacer más que agradecer aquellos que nos facilitaron el trabajo y a los que nos apoyaron moralmente para llevarlo a cabo, por lo que para no crear celos no nombramos a ninguno, de modo que nadie se nos escape ustedes saben quiénes son.*

*¡Por lo tanto!*

*Muchas Gracias.*

*PENSAMIENTO*

# *DEDICATORIA*

# *AGRADECIMIENTO*

# *RESUMEN*

# *SUMMARY.*

# *ÍNDICE*

# *INTRODUCCIÓN*

*REVISIÓN  
BIBLIOGRÁFICA*

*MATERIALES Y  
METODOS*

*ANÁLISIS Y  
DISCUSIÓN*

# *CONCLUSIONES*

# *RECOMENDACIONES*

# *BIBLIOGRAFÍA*

*ANEXOS*

**DEDICATORIA:**

*A mi familia, amigos y compañeros de trabajo por todo el apoyo*

*dado para llegar hasta aquí, a mi esposa.*

*A mi tutor y Jefe inmediato MSc. Fernando L. Sarria*

*Quesada.*

## *PENSAMIENTO:*

*..La presión poblacional y la pobreza conducen esfuerzos desesperados para sobrevivir aún a costa de la naturaleza. No es posible culpar de esto a los países del Tercer Mundo, colonias ayer, naciones explotadas y saqueadas hoy, por un orden económico mundial injusto.*

*Discurso de Fidel Castro en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), 1992.*

## *AGRADECIMIENTO.*

*Toda investigación se debe a un colectivo cuya participación nos debe las palabras de cariño y afecto en los momentos más difíciles hasta el aporte de los conocimientos científicos.*

*Por lo que al concluir una etapa más de nuestra formación profesional no podemos hacer más que agradecer aquellos que nos facilitaron el trabajo y a los que nos apoyaron moralmente para llevarlo a cabo, por lo que para no crear celos no nombramos a ninguno, de modo que nadie se nos escape ustedes saben quiénes son.*

*¡Por lo tanto!*

*Muchas Gracias.*

*PENSAMIENTO*

# *DEDICATORIA*

# *AGRADECIMIENTO*

# *RESUMEN*

# *SUMMARY.*

# *ÍNDICE*

# *INTRODUCCIÓN*

*REVISIÓN  
BIBLIOGRÁFICA*

*MATERIALES Y  
METODOS*

*ANÁLISIS Y  
DISCUSIÓN*

# *CONCLUSIONES*

# *RECOMENDACIONES*

# *BIBLIOGRAFÍA*

*ANEXOS*

**DEDICATORIA:**

*A mi familia, amigos y compañeros de trabajo por todo el apoyo*

*dado para llegar hasta aquí, a mi esposa.*

*A mi tutor y Jefe inmediato MSc. Fernando L. Sarria*

*Quesada.*

## *PENSAMIENTO:*

*..La presión poblacional y la pobreza conducen esfuerzos desesperados para sobrevivir aún a costa de la naturaleza. No es posible culpar de esto a los países del Tercer Mundo, colonias ayer, naciones explotadas y saqueadas hoy, por un orden económico mundial injusto.*

*Discurso de Fidel Castro en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo*

*(CNUMAD), 1992.*

## *AGRADECIMIENTO.*

*Toda investigación se debe a un colectivo cuya participación nos debe las palabras de cariño y afecto en los momentos más difíciles hasta el aporte de los conocimientos científicos.*

*Por lo que al concluir una etapa más de nuestra formación profesional no podemos hacer más que agradecer aquellos que nos facilitaron el trabajo y a los que nos apoyaron moralmente para llevarlo a cabo, por lo que para no crear celos no nombramos a ninguno, de modo que nadie se nos escape ustedes saben quiénes son.*

*¡Por lo tanto!*

*Muchas Gracias.*

## *RESUMEN*

El presente trabajo refiere la aplicación de la metodología para la determinación de la factibilidad técnico económica de la corteza de Manguifera Índica agotada en los diferentes procesos de la UEB Glucosa Cienfuegos. La aplicación de esta herramienta permite la identificación de un potencial en la gestión de residuos del proceso industrial asociada a la densificación de esta corteza agotada y su posible uso como bio-combustible en diferentes procesos y sectores de la sociedad.

Para el desarrollo de la investigación se aplicó un conjunto de instrumentos, métodos y técnicas que al emplearse de manera integrada permitieron la definición de respuestas en cuanto a la forma de integración de los procesos. Se emplearon herramientas tales como: técnicas de mapeo de procesos, diagramas, estudio de factibilidad, evaluaciones financieras, así como otras vías documentales y consulta bibliográfica donde se valoran diferentes puntos de vistas sobre la temática tratada.

La aplicación de la metodología muestra un proyecto económicamente factible desde el punto de vista económico con un valor de TIR superior al 15 % y un Valor Actual Neto de \$ 70 301.98, valor positivo y de rápida recuperación no siendo así en la arista tecnológica motivada por las especificaciones físicas, químicas y combustibles de la materia prima no apta para densificar en las condiciones actuales de trabajo. Se recomienda su utilización sin densificar como combustible y otras utilidades en el sector agrícola, con una notable disminución del impacto ambiental.

**Palabras claves:** Biomasa, briquetas, briqueteadoras, bio-combustibles, impacto medio ambiental, factibilidad técnica económica.

## *ABSTRACT*

Present work refers to the application of methodology for the determination of technical and economical feasibility of Indian Manguifera exhausted bark in the different processes of UEB Glucosa Cienfuegos. Application of this tool permits the identification of a potential in management of industrial leftovers associated to the densification of this sold-out bark and his possible use like bio-fuel at different processes and sectors of the society.

A set of instruments, methods and techniques were applied for the development of investigation than when using in an integrated manner they permitted the definition of answers about the way of integration of processes. Such used tools themselves like: Techniques of mapping of processes, diagrams, study of feasibility, financial evaluations, as well as another documentary sources and bibliographic consultation where they appraise different points of sights on the processed subject matter.

The application of the methodology evidences an economically feasible project from the economic approach with superior TIR's value to the 15 % and a Net Actual Value of \$ 70 301, 98, positive and fast- recuperation value no being thus in the technological edge motivated by physical specifications, chemistries and fuels of the unapt raw material for densify in present conditions of work. His utilization without densify like fuel and another utilization at the agricultural sector with a notable decrease of the environmental impact, are recommended.

**Key words:** Biomass, briquettes, briquettes makers, bio fuel, environmental impact, technical and economical feasibility.

## Índice

CONTENIDO	PÁGINAS
<b>Resumen.</b>	
<b>Introducción.</b>	<b>1</b>
<b>1. Revisión Bibliográfica.</b>	<b>5</b>
1.1. Contexto mundial sobre el uso de biomasa.	5
1.1.1. Biomasa.	8
1.1.2. Poder calórico.	11
1.1.3. Bloques sólidos combustibles.	11
1.2. Antecedentes uso de biomasa en Cuba.	13
1.2.1. Situación en Cuba biomasa forestal.	13
1.2.2. Mayores industrias generadoras de biomasa.	16
1.2.3. Ventajas de las briquetas de biomasa respecto a la combustión de bajas demandas de potencia térmicas.	<b>19</b>
1.3. Estudio de factibilidad.	21
1.3.1. Definición y objetivos fundamentales.	21
1.3.2. Recurso de los estudios de factibilidad.	23
1.4. Presentación de un estudio de factibilidad.	24
<b>2. Materiales y metodos.</b>	<b>26</b>
2.1. Metodología para la realización de estudios técnicos-económicos.	26
2.1.1. Principios generales.	26
2.2. Estructura esquemática de un estudio técnico-económico.	26
2.2.1. Antecedentes e historia del proyecto.	27
2.2.2. Estudio de mercado.	28
2.2.3. Estudio técnico.	28
2.2.4. Localización.	29
2.2.5. Estudio económico financiero.	30
2.3. Costos totales de inversión.	30
2.4. Costos de producción total.	33
2.5. Fuente de financiamiento.	35
2.6. Avalúo de activos.	36
2.7. Criterio de evaluación.	37
<b>3. Análisis y discusión.</b>	<b>53</b>
3.1. Aspectos socio-económicos del caso de estudio.	53
3.2. Aplicación de la metodología de estudio de factibilidad.	55
3.2.1. Descripción del proceso de obtención del Vimang.	56
3.2.2. Antecedentes del proyecto para la producción de briquetas de corteza agotada.	57
3.2.3. Situación del mercado y comercialización de las briquetas.	57

---

3.2.4. Materias primas y suministros.	58
3.2.5. Tecnología.	59
3.2.6. Localización e impacto ambiental.	60
3.2.7. Análisis económico financiero.	60
3.2.7.1. Proceso producción de Vimang.	60
3.2.7.2. Análisis costo de briqueta.	60
3.2.7.3. Análisis de los ingresos.	61
3.2.7.4. Costo de la operación.	62
3.2.7.5. Capital de trabajo.	63
3.2.7.6. Costo de la producción total.	63
3.2.7.7. Utilidades netas.	64
3.2.7.8. Calculo del VAN y la TIR.	64
<b>Conclusiones.</b>	<b>67</b>
<b>Recomendaciones.</b>	<b>68</b>
<b>Bibliografías.</b>	<b>69</b>
<b>Anexos.</b>	

## **INTRODUCCION:**

Desde sus orígenes, el hombre utiliza las plantas como remedio medicinal. Los conocimientos empíricos en su aplicación constituyen parte de la tradición cultural de todos los pueblos. A lo largo de la historia el surgimiento de nuevos medicamentos se asocia al principio activo de plantas, de ahí que cada vez se hagan más estudios de especies vegetales (*Programa de Medicina Natural y Tradicional del Ministerio de Salud Pública de Cuba. MNT-MINSAP*).

Después de un período de rechazo, muy generalizado, por considerarlo un método atrasado y una manifestación de oscurantismo, existe una tendencia marcada a retomar la medicina natural y tradicional en el contexto internacional, sin renunciar por supuesto a los métodos de las ciencias médicas.

Sin embargo para lograr óptimos resultados en su aplicación es preciso hacerlo sobre bases científicas a través del estudio sistemático, y basados en la integralidad y profesionalidad de los especialistas.

El Vimang, producto natural extraído de la corteza del árbol *Manguifera Indica* L, se ha establecido como suplemento natural de alta demanda dado que estudios clínicos de este producto han demostrado su efectividad en la mejora de la calidad de vida por sus marcados efectos beneficiosos derivados de las múltiples propiedades que se le atribuyen como antioxidante, inmunoregulador, anti-inflamatorio y analgésico.

La UEB Glucosa Cienfuegos es parte del proceso inversionista llevado a cabo por el país en la década de 1970 -1980 del pasado siglo.

Su tecnología está destinada para la fabricación de almidón y siropes de glucosa por hidrólisis ácida y enzimática y su equipamiento pertenece a las firmas ALFA LAVAL, de procedencia sueca y a la DDS KROYER de Dinamarca.

Esta tecnología tiene más de 35 años de explotación lo cual ha provocado que haya aumentado el desgaste físico en los equipos y han tenido que ser excluidos del proceso productivo algunos y en otros casos sustituidos o modificados por nuevos conceptos productivos.

Actualmente, la capacidad instalada es de un 50% respecto a la de diseño, debido a que una de las líneas de molienda y refinación se encuentra fuera de servicio por no tener recursos para ser puesta en funcionamiento y la capacidad de explotación actual está alrededor de 35 a un 40% debido a inestabilidad en la adquisición del maíz y del referido desgaste del equipamiento productivo.

La entidad se ha visto enfrascada en un proceso de desarrollo de nuevos productos que permitan diversificar sus producciones, y lograr incrementos en el aprovechamiento de la capacidad instalada y por ende mayores índices de eficiencia y eficacia, es por ello que en contactos con el Grupo Empresarial Labiofam se creó un grupo de trabajo conformado por especialistas y técnicos de ambas entidades para determinar la factibilidad de producir concentrado de corteza de mango (VIMANG) a escala industrial aprovechando las capacidades instaladas en la industria, pues este producto tiene gran demanda a nivel nacional.

El proceso de obtención del extracto acuoso de la Corteza de Mangífera Indica L (Vimang), genera aproximadamente de 16.0 toneladas mensuales de corteza

agotada como residuo final, este residuo se deposita en el Vertedero Municipal con el correspondiente impacto ambiental que provoca.

De esta diatriba se desprende la formulación del

**PROBLEMA CIENTIFICO:**

No se dispone de un estudio de la factibilidad técnico-económica para la utilización de la corteza agotada de Mangífera Índica L. en diferentes procesos en la UEB Glucosa.

**HIPOTESIS:**

La corteza agotada de Mangífera Índica L. puede ser utilizada en diferentes procesos en la UEB Glucosa, sustentado en la factibilidad técnico-económica de su empleo.

**OBJETIVO GENERAL:**

Realizar estudio de factibilidad económica de la corteza agotada de Mangífera Índica L, para su utilización en diferentes procesos.

**OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

1. Realizar estudio bibliográfico que permitan sustentar la factibilidad técnico-económica de la utilización de la corteza agotada de Mangífera Índica L. en diferentes procesos en la UEB Glucosa.
2. Analizar las diferentes alternativas de uso de la corteza agotada de Mangífera Índica L
3. Evaluar según la metodología seleccionada, la factibilidad técnico-económica del caso de estudio.

El trabajo está estructurado en tres capítulos que se enuncian a continuación:

**Capítulo 1 Revisión Bibliográfica:** Se realiza un análisis bibliográfico sobre la temática del uso de la biomasa, los biocombustibles, las briquetas de biomasa, proyectos de inversiones, los criterios de evaluación y la selección que se trabaja en el mundo y en Cuba.

**Capítulo 2 Materiales y métodos:** Realiza la selección del procedimiento propuesto por Rodríguez Mesa Gonzalo M. (2007), para la evaluación de la inversión en la UEB Glucosa Cienfuegos, por su amplia aplicación en el sector de la Agroindustria en Cuba.

**Capítulo 3 Análisis y discusión:** Se realiza el análisis de los resultados de las evaluaciones realizadas a partir del estudio de la factibilidad técnico-económica, demostrándose la factibilidad económica, no así la tecnológica en la UEB Glucosa, arribándose a conclusiones y recomendaciones de gran interés e importancia para la entidad.

## 1- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:

### 1.1- CONTEXTO MUNDIAL SOBRE EL USO DE BIOMASA

La conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente celebrada en Estocolmo, Suecia, 1972; el Informe Brudtland “Nuestro Futuro Común”, 1987, así como la Cumbre de la Tierra, Brasil, 1992, han constituido hitos en la concientización de la humanidad acerca de los límites físicos del planeta Tierra, lo que ha compulsado a países y organismos internacionales a la adopción de políticas tendientes a proteger y conservar la biosfera. (Pino, 2008).

El manejo racional de los recursos naturales para la producción es posiblemente, la única alternativa viable para la conservación. Este enfoque involucra la satisfacción de las necesidades de la población local y sitúa a los productores en el papel de guardianes de los recursos para su propio desarrollo. Ahora se entiende con mayor claridad que los servicios que brinda el bosque son más importantes que los recursos propiamente maderables y son cada vez menos los silvicultores cuya visión del manejo forestal se centra únicamente en la madera. (Herrero, 2005). La emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de manera incontrolada a la atmósfera es la causa fundamental y científicamente comprobada del calentamiento global. Éste fenómeno acelerado presente en nuestro planeta durante los últimos cien años y las consecuencias catastróficas que ello conlleva fueron el motivo principal para que la Conferencias de las Partes haya aprobado el protocolo de Kyoto en el año 1997. Los países altamente desarrollados e industrializados son los principales actores con la mayor responsabilidad del deterioro del planeta en dicho aspecto. Por eso mismo, el protocolo de Kyoto propone metas claras en reducción de dichas emisiones para los países

desarrollados con el fin de mitigar y disminuir los efectos generados por el calentamiento global. El protocolo de Kyoto define el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), como una herramienta de ayuda de los países industrializados hacia los de menor nivel de industrialización. La gestión ambiental no solamente está referida al gobierno, sino que crecientemente depende de fuerzas sociales de muy diversa naturaleza (Rodríguez, 2005).

Nuevas circunstancias acompañan la economía y el panorama energético mundial. Por un lado, las recientes quiebras de entidades financieras en Estados Unidos, en opinión de algunos expertos, podría ser el inicio de una crisis financiera mayor que podría tener repercusiones sobre el sector real. Y por el otro, la reducción sostenida de los aun elevados precios del petróleo, ha generado un ambiente de incertidumbre sobre el futuro cercano de los precios internacionales del crudo y los demás energéticos. Ponderar los efectos sobre la ya desacelerada economía nacional es aun prematuro, sin embargo, la coyuntura exige atención y seguimiento cuidadoso en aras de comprender los posibles caminos que tome ésta. (Andrade Espinoza, Simón. 1989)

El autor se refiere también a la reciente y creciente turbulencia a la que se enfrentan los mercados financieros en el mundo podría provocar el desapalancamiento del sector. La crisis de las hipotecas subprime, si bien tiene orígenes en 2007, parece ser el disparador de una crisis financiera mayor. Los efectos sobre la producción y el empleo son aun inciertos.

De otro lado, la reducción sostenida del precio del petróleo a partir de la primera mitad del mes de julio evidencia la presencia de factores especulativos en la definición del precio internacional del crudo.

En los últimos años han proliferado las publicaciones, los congresos, las conferencias y reuniones que versaban en torno a las llamadas energías renovables. Al principio se las denominaba con varios adjetivos: complementarias, limpias, alternativas o nuevas. Cada vez parece más extendida la acepción de energías renovables. El adjetivo renovable indica que su producción se renueva en el tiempo. Cuando se habla de complementarias se indica que completan las necesidades energéticas suministradas por las energías clásicas (carbón, petróleo, gas natural, energía nuclear e hidroeléctricas clásicas). Aquí se debe indicar que la energía eléctrica de origen hidrológico es renovable. Al hablar de limpias se quiere reseñar que no son contaminantes o que son menos contaminantes que las energías clásicas; este tema es muy debatido y puesto en duda en la actualidad. Si se las denomina alternativas se quiere precisar que son la alternativa ante una posible crisis del petróleo; aunque esta alternativa hoy por hoy no supliría en su totalidad a las energías clásicas. Por último, la acepción de nuevas es un poco confusa y más bien debería decirse que no son energías muy viejas pero lo que sí es nuevo son las tecnologías desarrolladas para su captación, transformación y aprovechamiento. Las energías renovables más estudiadas son: la biomasa, la energía solar, la geotérmica, la eólica y la energía de las mareas. También se habla de la bomba de calor como energía complementaria, no es una energía renovable. A su vez estos tipos de energías renovables se subdividen en otros cuantos más.

### 1.1.1 BIOMASA.

La biomasa abreviatura de masa biológica, es la cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre, o por organismos de

un tipo específico. El término es utilizado con mayor frecuencia en las discusiones relativas a la energía de biomasa, es decir, el combustible energético que se obtiene directa o indirectamente de recursos biológicos (Sebastián F., Royo J., 2002).

El propio autor señala que la energía de biomasa que procede de la madera, residuos agrícolas, estiércol, continúa siendo la fuente principal de energía de las zonas en desarrollo. En algunos casos es el recurso económico más importante, como en Brasil, donde la caña de azúcar se transforma en etanol y en la provincia de Sichuan, en China, donde se obtiene gas a partir de estiércol.

Al mismo tiempo plantea que teniendo en cuenta que la mayor parte de estos residuos son de carácter orgánico, es decir, constituyen la denominada biomasa residual, se puede llegar a comprender el hecho de que las grandes cantidades de residuos que no se aprovechan y contaminan el ambiente pueden constituir un enorme potencial para la producción de energía.

En general, se pueden definir los residuos como aquellos materiales generados en las actividades de producción, transformación y consumo que no han alcanzado en el contexto en que son generados, ningún valor económico.

Existen muchas fuentes de energía clasificables bajo el concepto de biomasa, así como diversas técnicas para su conversión en energía limpia, nada que ver con las formas tradicionales (leñas, excrementos, etc.), en muchos casos insostenibles, la densificación ha despertado mucho interés últimamente en países en vías de desarrollo como una técnica para residuos como fuentes de energía.

La biomasa, según todo lo anterior puede ser clasificada como biomasa natural de origen agrícola o forestal y la residual procedente de residuos agrícolas, forestales, ganaderos e industriales.

Tabla 1. Tipos y ejemplos de biomasa vegetal.

LEÑOSA	NO LEÑOSA	RESIDUOS	COMBUSTIBLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles</li> <li>• Maniguas y matorrales</li> <li>• Arbustos como café y té</li> <li>• Residuos forestales</li> <li>• Bambú</li> <li>• Palmas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cosechas energéticas como caña de azúcar</li> <li>• Pajas de cereales</li> <li>• Algodón, yuca, tallos de tabaco y raíces (parcialmente leñosas)</li> <li>• Herbáceas</li> <li>• Plátanos y similares</li> <li>• Tallos blandos como legumbres y papas</li> <li>• Casuarina y plantas acuáticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cáscaras y vainas de cereales</li> <li>• Bagazo</li> <li>• Desechos de piñas y otras frutas</li> <li>• Cáscaras, pulpas y similares</li> <li>• Torta de oleaginosas</li> <li>• Residuos de aserrío</li> <li>• Desechos industriales de cortezas y troncos</li> <li>• Licor negro de fábricas de pulpa</li> <li>• Desechos Municipales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carbón vegetal y sus residuos</li> <li>• Biomasa briqueteada/densificada</li> <li>• Metanol / etanol (alcohol de madera)</li> <li>• Aceites de palmas, girasol, colza y similares</li> <li>• Gas pobre</li> <li>• Biogás</li> </ul>

Fuente: World Energy Assessment, 2000.

Uso de las extracciones totales de madera de los bosques con fines energéticos:

- A nivel mundial: 60 %.
- Países desarrollados: 30 %.
- Africa y Asia: el 90.
- En America: el 66 %

Los recurso biomasicos se presentan en diferentes estados físicos que determinan la factibilidad técnica y económica de los procesos de conversión energéticas que puede aplicarse a cada tipo en particular. Por ejemplo, los desechos forestales indican el uso de los procesos de combustión directa o procesos termoquímicos, los residuos animales indican el uso de procesos anaeróbicos (bioquímicos), etc. Su clasificación según el tipo de recursos es como se muestra en la tabla 2

Tabla 2. Clasificación de la Biomasa por su estado físico.

Fuente: Biomasa: alternativa sustentable para la producción de Biogás. Leila Carballo Abreus.

Recursos de biomasa	Tipo de residuo	Características físicas
Residuos Forestales	Restos de Aserríos: cortezas, serrín, astillas.	Polvo, solido, Humedad Relativa (HR)>50%
	Restos de ebanisterías: Serrín, trozos, astillas.	Polvo, sólido, (HR)30-40%.
	Restos de plantaciones: Ramas, cortezas, raíces.	Sólido, (HR)>55%.
Residuos Agropecuarios	Cascaras, pulpa de frutas y vegetales.	Sólido, alto contenido de humedad.
	Cascaras y polvo de granos secos: (arroz, café).	Polvo, HR<25%.
	Estiércol.	Sólido, alto contenido de humedad.
	Residuos de cosechas: (Tallos, hojas, cascara maleza, posturas.	Sólido, (HR)>55%.
Residuos Industriales	Pulpa y cascaras de frutas y vegetales.	Solido humedad moderada.
	Residuos de Procesamiento de Carne.	Sólido alto contenido de humedad.
	Aguas de lavado y precocido de carnes y vegetales.	Líquido.
	Grasas y aceites vegetales.	Liquido grasoso.
Residuos Urbanos	Aguas negras	Liquido
	Desechos domésticos orgánicos (cascaras de vegetales)	Sólido alto contenido de humedad.
	Basura orgánica (madera)	Sólido alto contenido de humedad.

### **1.1.2 Poder Calórico.**

El poder calorífico de las briquetas será función del material de procedencia. Suponiendo que es madera y corteza sin aditivos su poder calorífico será el de la madera de la que proviene. Si la briketa incluye restos de lijado el poder calorífico es menor pues aparecen los áridos de la lijadora. Estos áridos también darán lugar a un mayor porcentaje de cenizas en la combustión. Sin embargo, como el poder calorífico inferior es función de la humedad la briketa está más secos que las astillas podemos concluir que su poder calorífico es mayor. Un valor aproximado (repetimos que depende del producto y habrá que analizar cada caso) sería de 4.500 Kcal/Kg. (PCI de la briketa al 10% de humedad en base húmeda) Debido a que el suministro de energía en el sector rural es poco fiable, la madera y otros combustibles de biomasa es la única fuente de energía que además es económicamente viable y potencialmente sustentable.

### **1.1.3 Bloques Sólidos Combustible.**

Ni la madera, ni los desechos agrícolas, como el serrín, cosecha de café, cascarilla de arroz, pueden quemarse directamente en estufas domésticas. Tales materiales arden con dificultades, producen mucho humo y no son apropiados para cocinar. Lo mismo puede decirse del polvo de carbón vegetal.

Uno de los mejores metodos para aprovechar dichos residuos, consiste en la aglomeración de pequeñas partículas en briquetas

Una de las aplicaciones básicas de los desperdicios de madera es su uso como combustible. Sin embargo, en los Últimos tiempos el aprovechamiento directo de los mismos presenta grandes dificultades de empleo, almacenamiento y transporte, que han provocado la retracción del mercado consumidor, satisfecho a

la vez por otros productos que no tienen dichos inconvenientes. Una de las soluciones posibles es la aglomeración de estos residuos formando piezas, llamadas **BRIQUETAS**, para facilitar su manipulación y mejorar su presentación.

La briqueta es un taco de residuos de madera, que arde con gran facilidad. Tiene forma cilíndrica, que conserva aunque se le manipule para transportarla.

Esta forma fija se conseguía hace algunos años aglutinando la madera con creosotas residuales de impregnación u otros productos. Sin embargo existen actualmente procedimientos que permiten realizar este proceso sin emplear ningún agente aglomerante que aumentaría enormemente los costos.

El término briqueta un término claro por un lado y confuso por otro. Es un término claro ya que una vez vista una briqueta no se puede confundir con otro combustible. Pero es confuso por que la briqueta puede estar fabricada con muy diversos materiales compactados. Así, la materia prima de la briqueta puede ser biomasa forestal procedente de aprovechamientos silvícolas, biomasa forestal procedente de residuos de fábricas de la madera (aserraderos, fábricas de puertas, fábricas de muebles, fábricas de tableros de partículas), biomasa residual industrial, biomasa residual urbana, carbón vegetal o simplemente una mezcla de todas ellas. La característica común de todas las briquetas es su alta densidad. Su forma suele ser cilíndrica; pero no lo es así siempre. Por ejemplo, las briquetas de carbón vegetal que se obtienen compactando polvo o carbón granulado tienen forma de huevo de avellana de unos 12-20 cm de largo. Cada proceso y fabricante produce una briqueta de forma y dimensiones distintas. Las briquetas son un combustible (de origen lignocelulósico en la mayor parte de los casos) formado por la compactación de biomasa (lignocelulósica en la mayor parte de los casos). La

materia prima fundamental serán las astillas y residuos de madera. Sin embargo, a veces, las briquetas están formadas por la compactación de cualquier tipo de biomasa residual. La forma de las briquetas es muy variada, como veremos más adelante. Sin embargo, abundan las briquetas de forma cilíndrica. Con diámetros entre los 2 y 20 cm y longitudes entre los 15 y 50 cm. Otras formas usuales son las de prisma cuadrado o prisma hexagonal hueco. En otros casos las briquetas tienen forma de ladrillo.

- En Suecia el consumo de pelets se sitúa en torno a un millón de toneladas anuales.
- En los Estados Unidos más de 500.000 hogares utilizan de forma frecuente estos productos.
- En España el consumo de densificados de biomasa. Principalmente briquetas, es de 60.000 toneladas anuales.

## 1.2- ANTECEDENTES DEL USO DE BIOMASA EN CUBA.

### 1.2.1 Situación en Cuba Biomasa Forestal.

La biomasa constituye algo más del 96 % de la energía renovable total en Cuba, y continuará dominando en el futuro, debido a las grandes cantidades de residuos de las industrias de agroforestales como las del azúcar, la madera, el café, el arroz y otras fuentes como las leñas, el biogás y las plantaciones de oleaginosas no comestibles.

Índices de incremento de las plantaciones energéticas

El incremento anual está entre 10 - 12 m<sup>3</sup>/ha/año

En Cuba se utiliza el 67 % de la madera como combustible

Sostenibilidad de la producción de madera

Existe potencial para la producción de biomasa de forma sostenible de más de 610 000 metros cúbicos anuales.

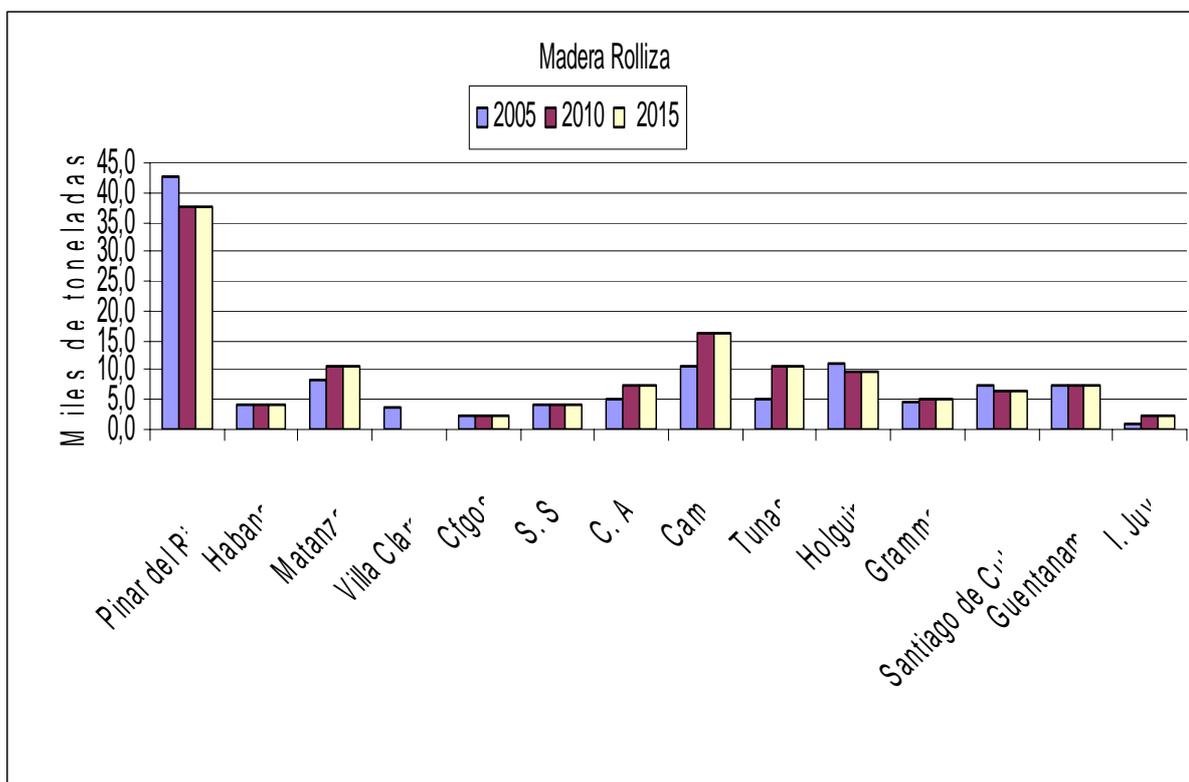


Gráfico 1. Potencial de Biomasa forestal en Cuba, estrategia hasta 2015. Fuente: Biomasa fuentes renovables, maestría eficiencia energética. S/N.

Desde el punto de vista de la contaminación las energías renovables se constituyen en un baluarte de las políticas energéticas nacionales, ya que contribuyen a abastecer la demanda con un escaso impacto ambiental, lo que constituye un pilar importante para el futuro, evitando además la dependencia energética de otros países.

La biomasa absorbe el dióxido de carbono durante su crecimiento, y lo cede durante la combustión, por lo tanto, se recicla el dióxido de carbono en el atmosfera y no añade al efecto invernadero. También no se contribuye a la lluvia

ácida porque durante su combustión se produce un bajo valor de azufre, nitrógeno y ceniza.

La energía producida a partir de la biomasa dentro de las renovables tiene, junto con la hidráulica, un papel preponderante en muchos países. Los residuos que resultan de la actividad agrícola y forestal, constituyen un amplio porcentaje de la biomasa. Hoy en día los residuos constituyen un gran problema medioambiental, por lo que pueden constituir un gran potencial energético, siempre que se solucionen sus graves problemas, entre los cuales se relacionan: el bajo potencial energético y su baja densidad, lo que ocasiona problemas de transportación y almacenamiento. Por medio de la densificación es factible aumentar la densidad de los residuos biomásicos, lo que facilita su manejo y permite su utilización como un combustible más homogéneo, solucionando el problema de los residuos y acondicionándolos para una posible utilización energética. Los factores que limitan la combustión óptima de las materias leñosas son esencialmente físicos: la densidad aparente, la granulometría y la humedad, además de su disponibilidad, que en muchos países es determinante. El interés de la densificación es conferir a los residuos biomásicos características físicas muy cercanas a la de los materiales leñosos, permitiendo que muchos de ellos sean valorizados energéticamente.

En el 2007, como parte de los Programas de la Revolución Energética, el Gobierno cubano se formuló una iniciativa para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, con el objetivo de asegurar un adecuado y sostenible suministro de energía, reducir las emisiones de gases del efecto invernadero y garantizar el continuo crecimiento económico del país.

En Cuba, las principales fuentes renovables de energía en explotación se encuentran concentradas en la biomasa (bagazo, leñas combustibles y el biogás) (96,42%), seguido por la energía hidroeléctrica (3,22%), y en menores proporciones la energía solar (0,24 %) y la energía eólica (0,12%), respectivamente. La cantidad total de energía renovable estimada de la biomasa, la hidroenergía, la solar y la eólica presenta un valor de 187 882 t equivalentes, lo cual es casi el 5 % de la producción cubana de petróleo crudo en el 2006.

### **1.2.2 Mayores industrias generadoras de biomasa.**

#### **Industria del azúcar**

Durante décadas, 156 ingenios azucareros quemaron los residuos de los tallos de la caña en calderas de vapor para suministrar la energía necesaria para sus operaciones. En el 2002, debido a la reducción de las plantaciones cañeras y la caída de los precios del azúcar en el mercado mundial, fue necesario iniciar un programa para la reestructuración de la industria azucarera. Hoy, en Cuba, existen alrededor de cincuenta ingenios en operación; la cosecha total de caña en el 2006, fue de 11,4 millones de toneladas. El bagazo es un residuo fibroso producido después que la caña ha sido molida, y representa el 23 % del peso total de una caña. La producción de bagazo en el 2006 fue de alrededor de 2,6 millones de toneladas. En Cuba, las industrias azucareras usan el bagazo para producir vapor, que les permite cubrir sus necesidades energéticas y generar electricidad. La producción anual de electricidad a partir del bagazo ha fluctuado de 994,2 GWh en el 2000 a 788,6 GWh, en el 2004 (AEN, 2006). El Ministerio del Azúcar (MINAZ) espera producir 491 GWh en el 2007, y un excedente de 69 GWh para entregar a la red electroenergética nacional. La paja de caña, con un poder calórico de 17

MJ/kg, es energéticamente similar al bagazo, y representa alrededor del 3 % del peso de la caña cortada, pero debido a su forma alargada, su baja densidad aparente y el alto contenido de cenizas de 9,3 %, resulta difícil su utilización. Sólo algunas cantidades están siendo combustionadas en calderas de vapor, y el resto está siendo quemada en los alrededores de los centros de limpieza de caña, sin ninguna utilidad energética, y creando significativos problemas medioambientales. (P Grogg. *Inter Press Service News Agency, Cuba* (2007))

### **Industria de la madera**

El aserrín constituye uno de los residuos más comunes en regiones urbanas y montañosas de Cuba; el país produce alrededor de 700 toneladas equivalentes, anualmente (AEN, 2006). Entre los residuos de los aserraderos que podrían ser usados como combustible se encuentran los finos, las astillas y las costaneras. Sólo pequeñas cantidades de aserrín compactado son usadas como combustible en la popular cocina rural (Fogón Nono); el resto es quemado o esparcido cerca de los sitios de producción. Las propiedades físicas y termoquímicas del aserrín están siendo investigadas con el objetivo de diseñar sistemas que permitan su utilización energética. (J. Suárez, P. Beatón, and R. Z anzi), *Energy Sources* (2006).

### **Industria del café**

El café ha sido en Cuba uno de los principales renglones de exportación. La producción anual de café en grano ha crecido de 20 500 t en el 2000 a 28 000 t en el 2005. Se estima, que alrededor del 20 % del peso del grano de café es un residuo denominado cascarilla, el cual representa unas 5 600 t de cascarilla u 800 t equivalentes de petróleo, anualmente Las grandes cantidades de residuos y de aguas negras generadas durante la obtención del grano limpio, son actualmente

vertidas cerca de las despulpadoras, sin ningún tratamiento; en algunos casos, las aguas negras van a parar a los arroyos o lagunas y el alto contenido de materias orgánicas que poseen, causan la contaminación del agua. Algunas cantidades de cascarilla de café están siendo usadas como combustibles en el secado del café y su tostado. (A. Yerena, *Energía*, No. 4, 1985, págs. 19-23). Intentos están siendo hechos para la obtención de briquetas, lo cual permitiría utilizar este residuo como un combustible similar a las leñas; la compactación de esta biomasa podría incrementar su densidad a un rango de 550-850 kg/m<sup>3</sup>. (J. Suárez y P. Beatón y collective authors, *Energy Sources* (2003).

### **Industria del arroz**

Se estima que existen alrededor de 201 300 ha sembradas de arroz. Esto indica un potencial de cascarilla de arroz de 3 000 toneladas por año (el 20 % del peso del grano verde es cascarilla), o 1 200 t equivalentes de petróleo, anualmente. (AEN, *Anuario Estadístico de Cuba 2005*). Sólo algunas cantidades de esta cascarilla están siendo usadas como combustible en la propia industria del arroz para el secado y como colchón para animales. Estudios físicos y termoquímicos están siendo realizados para el diseño de equipos que permitan la utilización energética de la cascarilla de arroz, como la gasificación, la pirolisis y la combustión. (collective authors, *Re vista Tecnología*, No.2., 2001, págs. 84-91).

### **Leñas combustibles**

La mayoría de las casas e industrias en zonas rurales de Cuba son altamente dependientes de las leñas combustibles. En este sentido, sustanciales cantidades de plantaciones energéticas son producidas anualmente. La producción anual de leñas combustibles ha fluctuado de 2 142,000 t en el 2000 a 1 818,500 t en el

2005. La combustión es la forma más común de empleo de esta fuente de energía. Las leñas son quemadas directamente en hornos de panaderías, fogones y al aire libre con eficiencias que no exceden el 60, el 10 y el 4 %, respectivamente; esto se debe a que las cámaras de combustión no presentan condiciones aerodinámicas adecuadas y no alcanzan las temperaturas necesarias para el proceso. Estos gases generados no se queman y salen de la cámara en forma de humos, ciertas cantidades de partículas de carbonilla pueden ser observadas, volando cerca de estas instalaciones, causando gran contaminación ambiental. (J. Suárez, *Energy Sources* (2000)).

### **1.2.3 Ventajas de las Briquetas de Biomasa respecto a la combustión de baja demanda de potencia térmica.**

- La madera presenta unas propiedades térmicas (conductividad y difusión térmica) muy anisótropas debido a su carácter fibroso, lo que la pone en desventaja frente a las briquetas y pellets, cuyas propiedades son mucho más isotropas.
- Las briquetas tienen una densidad superior que la madera, siendo muy baja su porosidad, lo que provoca mayor lentitud de combustión (briquetas macizas), favoreciendo los usos más habituales de estas, como son chimeneas, barbacoas y hogar abierto (briquetas de pequeñas dimensiones).
- El carbón producido durante su combustión o su carbonización (pirólisis), es mucho más denso que el obtenido de la biomasa de la que proviene. Éste

además se quema más lentamente, por tener mayor contenido de cenizas por unidad de volumen.

- Mayores capacidades caloríficas para el mismo volumen de hogar. Esto favorece el calentamiento de nuevas cantidades de combustible, manteniendo un suministro de calor más estable por más tiempo.
- Las pruebas más significativas a las que se somete a las briquetas para cuantificar su comportamiento en combustión son: “Pérdida de masa en combustión” y “Estiramiento en combustión”.

Dentro del mismo tipo de tecnología los índices son muy variables en función del material empleado, volviéndose más lenta la combustión con el aumento del contenido en cenizas.

Estiramiento en combustión: Determina el grado de cohesión y su geometría (briquetas tubulares) que mantienen la briqueta durante la combustión y, midiendo su alargamiento. Resultados parecidos a la prueba anterior pueden constatarse en esta prueba, donde briquetas de menor cohesión (émbolo) se estiran más que las obtenidas con las prensas de tornillo (excepto las briquetas tubulares). Cuanto mayor es el contenido en humedad, mayor es el alargamiento sufrido.

Fundamentalmente las fuerzas que, en combustión, provocan la disgregación de las briquetas son el vapor de agua generado y los gases de la pirolisis, de tal forma que la combustión tiene lugar de una forma rápida y sin casi formación de brasas. En caso de briquetas con suficiente cohesión, los gases de la pirolisis salen al exterior donde arden, permitiendo que el interior se carbonice lentamente (briquetas macizas), actuando igual que el carbón de madera, una vez que se extingan las llamas.

El uso de las biomásas residuales como alternativa energética, debe pasar la prueba de la factibilidad técnico-económica y ello involucra a todas las tecnologías y procesos vinculados. Se conoce que la baja densidad natural que presentan las biomásas precedentes, así como la dificultad para la combustión (biomásas no leñosas), constituyen las principales limitantes para su empleo como combustibles alternativos, no obstante, de resolverse estos problemas, se podrá disponer de un abundante potencial de estas, capaz de sustituir, en aplicaciones específicas, a los combustibles fósiles y a la leña, contribuyendo positivamente a mejorar el impacto ambiental.

### **1.3 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD.**

#### **1.3.1 Definición y objetivos fundamentales.**

Tradicionalmente es un conjunto de estudios multidisciplinarios para definir y evaluar un proyecto, con objeto de tomar la decisión de llevarlo a cabo. Cuando la viabilidad relativa a los aspectos puramente técnicos y financieros queda demostrada y se toma la decisión, el estudio es olvidado.

Actualmente no se olvida dicha viabilidad pues puede verse influida por una gran cantidad de factores cualitativos y cuantitativos, como la originalidad, la ética, el plazo disponible, la mano de obra y otros recursos, la seguridad, los aspectos técnicos, los aspectos medioambientales, el beneficio social, el mercado, los aspectos económicos y financieros y lo relacionado con lo social y lo político.

El estudio de Factibilidad es la base para la generación de los objetivos del proyecto.

- Establece las condiciones que hace factible el proyecto y determina las funciones a tener en cuenta para tratar con las transacciones entre los diferentes objetivos durante todo el proyecto.
- Define los parámetros críticos (que originan grandes cambios en los resultados del proyecto con pequeñas variaciones en sus valores) a controlar y sus niveles de criticidad (los valores a los cuales el proyecto deja de ser factible)
- Es revisado periódicamente y siempre que hay variaciones en los parámetros críticos.
- Identifica factores de riesgo y oportunidades que pueden influir para mal o para bien sobre los objetivos sean obvios a primera vista o sean ocultos (elementos que pueden influir en el proyecto, pero que son desconocidas por el promotor – ocultas – en un primer momento). El estudio de viabilidad es el momento en que se arranca el proceso de gerencia de riesgos, identificando riesgos y oportunidades, evaluando el impacto y definiendo, a nivel básico, las estrategias del proyecto frente al riesgo.
- Incluye la definición del sistema de seguimiento y control posterior, constituyendo la base para la toma de decisiones del proyecto.

En las empresas se cuenta con una serie de objetivos que determinan la posibilidad de factibilidad de un proyecto sin ser limitativos. Estos objetivos son los siguientes:

- Reducción de errores y mayor precisión en los procesos.
- Reducción de costos mediante la optimización o eliminación de recursos no necesarios.

- Integración de todas las áreas y subsistemas de la empresa.
- Actualización y mejoramiento de los servicios a clientes o usuarios.
- Aceleración en la recopilación de datos.
- Reducción en el tiempo de procesamiento y ejecución de tareas.
- Automatización óptima de procedimientos manuales.

### **1.3.2 Recursos de los estudios de factibilidad**

La determinación de los recursos para un estudio de factibilidad sigue el mismo patrón considerado por los objetivos visto anteriormente, el cual deberá revisarse y evaluarse si se llega a realizar un proyecto. Estos recursos se analizan en función de tres aspectos:

#### **a) Factibilidad Operativa**

Se refiere a todos aquellos aspectos donde interviene algún tipo de actividad (procesos), depende de los recursos humanos que participan durante la operación del proyecto. Durante esta etapa se identifican todas aquellas actividades que son necesarias para lograr el objetivo y se evalúa y determina todo lo necesario para llevarlo a cabo.

#### **b) Factibilidad Técnica**

Se refiere a los recursos necesarios como herramientas, conocimientos, habilidades, experiencia, etc., que son necesarios para efectuar las actividades o procesos que requiere el proyecto. Generalmente nos referimos a elementos tangibles (medibles). El proyecto debe considerar si los recursos técnicos actuales son suficientes o deben completarse.

#### **c) Factibilidad Económica**

Se refiere a los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo las actividades o procesos y/o para obtener los recursos básicos que deben considerarse son el costo del tiempo, el costo de la realización y el costo de adquirir nuevos recursos. Generalmente la factibilidad económica es el elemento más importante ya que a través de él se solventan las demás carencias de otros recursos, es lo más difícil de conseguir y requiere de actividades adicionales cuando no posee.

#### **1.4 PRESENTACIÓN DE UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**

Un estudio de factibilidad requiere ser presentado con todas la posibles ventajas para la empresa u organización, pero sin descuidar ninguno de los elementos necesarios para que el proyecto funcione. Para esto dentro de los estudios de factibilidad se complementan dos pasos en la presentación del estudio:

- Requisitos Óptimos.
- Requisitos Mínimos.

El primer paso se refiere a presentar un estudio con los requisitos óptimos que el proyecto requiera, estos elementos deberán ser los necesarios para que las actividades y resultados del proyecto sean obtenidos con la máxima eficacia.

El segundo paso consiste en un estudio de requisitos mínimos, el cual cubre los requisitos mínimos necesarios que el proyecto debe ocupar para obtener las metas y objetivos, este paso trata de hacer uso de los recursos disponibles de la empresa para minimizar cualquier gasto o adquisición adicional.

Un estudio de factibilidad debe representar gráficamente los gastos y los beneficios que acarreará la puesta en marcha del sistema, para tal efecto se hace

uso de la curva costo-beneficio. (*Formulación y evaluación financiera y social de proyectos de inversión. Rodríguez Mesa. Gonzalo M. 2007*).

## **2- MATERIALES Y MÉTODOS:**

### **2.1 METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICO- CONÓMICOS.:**

Para el desarrollo de la investigación se aplicara un conjunto de instrumentos, métodos y técnicas que al emplearse de manera integrada permitirá la definición de respuestas en cuanto a la forma de integración de los procesos. Se emplearan herramientas como: técnicas de mapeo de procesos, diagramas, estudio de factibilidad, evaluaciones financieras, así como otras vías documentales y consulta bibliográfica donde se valoran diferentes puntos de vistas sobre la temática tratada.

#### **2.1.1 Principios generales**

En el proceso de la toma de la decisión de la implementación de un nuevo proyecto intervienen tres niveles de análisis.

- el mercado
- sistema financiero
- evaluación de inversiones.

### **2.2 ESTRUCTURA ESQUEMÁTICA DE UN ESTUDIO TÉCNICO – ECONÓMICO.**

La estructura del estudio de un proyecto de inversión debe estar acorde con la materia fundamental del proyecto en cuestión y aunque existen diversos criterios en cuanto a la prioridad en que se debe abordar cada una de las temáticas que hay que analizar, se puede señalar que como estructura general se tiene la siguiente:

1. Antecedentes e historial del Proyecto.
2. Análisis de Mercado y Comercialización.
3. Materias Primas y Suministros.
4. Ubicación, Emplazamiento y Medio Ambiente.
5. Ingeniería y Tecnología.

6. Organización y Gastos Generales.
7. Recursos Humanos.
8. Planificación y Presupuesto de la Ejecución.
9. Análisis Económico financiero.

### **2.2.1 Antecedentes e historial del Proyecto.**

En esta etapa de los trabajos preparatorios debe quedar perfeccionada la alternativa recomendada por todos los análisis y estudios precedentes que verifiquen que el proyecto en cuestión es el más viable y que muestra parámetros técnicos y ambientales e indicadores de rentabilidad eficientes respecto a proyectos similares.

La caracterización a presentar deberá contener los siguientes aspectos:

- Identificación del organismo promotor, descripción del problema y posibles alternativas de solución.
- Situación actual y perspectiva de desarrollo de la rama a que pertenece el proyecto propuesto.
- Política económica, ambiental, industrial, comercial, financiera y social que favorece al proyecto.
- Conclusiones de los Estudios de Oportunidad y Prefactibilidad realizados con anterioridad al Estudio de Factibilidad.
- Breve descripción de las razones financieras, tecnológicas, de mercado u otras de interés que justifican el proyecto, así como de gestiones previas de contratación con organismos nacionales o internacionales.
- Tipo de proyecto de inversión: nuevo, ampliación o modernización

### **2.2.2 Estudio de mercado.**

El estudio del mercado debe tener por objetivo proporcionar los datos básicos para determinar el comportamiento de la demanda futura de un producto definido, cuyas especificaciones y características técnicas generales se deben conocer desde el comienzo, mostrando por lo tanto si existe una necesidad que pueda ser satisfecha.

### **2.2.3 Estudio técnico.**

El objetivo del estudio técnico consiste en analizar y proponer diferentes alternativas de proyecto para producir el bien que se desea, verificando la factibilidad técnica de cada una de las alternativas. A partir del mismo se determinarán los costos de inversión requeridos, y se podrá establecer las existencias de materias primas y por lo tanto del capital de trabajo necesario. Además este estudio persigue determinar los insumos que se requieren y por lo tanto los costos de producción.

Para establecer una comparación de diferentes tamaños de planta que permita concluir en cuál es el tamaño económico mínimo, y por lo tanto cuál es la capacidad productiva más conveniente a crear, se tendrá en cuenta:

- ✓ Capacidad mínima económica
- ✓ Capacidad normal viable (disponible)
- ✓ Capacidad nominal máxima (potencial)
- ✓ Base de cálculo utilizada en la determinación de la capacidad (fondos de tiempo, producción horaria, etc.)
- ✓ Costos unitarios de inversión
- ✓ Costos unitarios de operación

#### 2.2.4 Localización.

Con el estudio de microlocalización se seleccionará la ubicación más conveniente para el proyecto, buscando la minimización de los costos y el mayor nivel de beneficios.

En la decisión de su ubicación se considerarán los aspectos siguientes:

- Facilidades de infraestructura portuaria, aeroportuaria y terrestre, y de suministros de energía, combustible, agua, así como de servicios de alcantarillado, teléfono, etc.
- Ubicación con una proximidad razonable de las materias primas, insumos y mercado. Economías de Transporte.
- Condiciones ambientales favorables y protección del medio ambiente.
- Disponibilidad de fuerza de trabajo apropiada atendiendo a la estructura de especialidades técnicas que demanda la inversión y considerando las características de la que está asentada en el territorio.
- Correcta preservación del medio ambiente y del tratamiento, traslado y disposición de los residuales sólidos, líquidos y gaseosos. Incluye el reciclaje cuando proceda.
- Compatibilidad con los intereses de la defensa del país y correcta protección de la instalación contra desastres, así como de daños que pudiera provocar a terceros.
- Políticas estatales.

La aprobación de la microlocalización por la DPPF debe ser adjuntada al Estudio de Factibilidad.

A su vez se incluirá en este estudio, de ser necesario según la valoración preliminar del peligro de desastres que realice el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil, de la aprobación por este órgano del Estudio de Factibilidad sobre peligro, vulnerabilidad y riesgo de desastres. Se adjuntarán también las valoraciones correspondientes al MINFAR y al

CITMA en cuanto a la compatibilización con los intereses de la defensa y la protección al medio ambiente.

### **2.2.5 Estudio económico-financiero.**

La evaluación económica financiera constituye la etapa del Estudio de Factibilidad donde se miden en qué magnitud los beneficios obtenidos con la ejecución del proyecto superan los costos y gastos en que se incurren. Los resultados de esta evaluación nos indicarán la rentabilidad del proyecto, así como sus aportes en divisas a la economía nacional.

El análisis de rentabilidad se basará en métodos actualizados y financieros.

El inversionista aportará el financiamiento que se derive de los gastos del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Registro de la solicitud de Licencia Ambiental, Estudio de Impacto Ambiental, Licencia Ambiental otorgada y Programa de Monitoreo), así como de la rehabilitación o recuperación de las áreas impactadas. De ser necesaria la elaboración del EIA, los resultados del mismo se incorporarán al Estudio de Factibilidad.

También el inversionista está en la obligación de financiar como parte de la inversión, las medidas de prevención y enfrentamiento de desastres y obras defensivas y de protección que se determine como resultado de la compatibilización con los intereses de la defensa.

### **2.3 COSTOS TOTALES DE INVERSIÓN.**

Los costos de inversión son todos los que se incurren desde la etapa de preparación de la inversión hasta su puesta en funcionamiento. El Costo de Inversión que se considerará para la elaboración del Estudio de Factibilidad será el presupuesto calculado a partir de la documentación de Ingeniería Básica o Proyecto Técnico, siendo necesario que se adjunte la base de cálculo de su conformación.

Este costo tendrá dos expresiones en dependencia de que se utilice para la evaluación económica- financiera o para su inclusión en el Plan de la Economía. La diferencia entre

ambos radica en que el primero abarca el Capital de Trabajo requerido durante toda la vida útil del proyecto y en el segundo sólo el inicial (arrancada).

**a) Capital Fijo.**

El capital fijo está constituido por los recursos requeridos para construir y equipar un proyecto de inversión y se conforma por la inversión fija y los gastos previos a la producción.

**b) Capital de explotación neto o de rotación (Capital de trabajo).**

El capital de explotación (capital de trabajo) corresponde a los recursos financieros necesarios para explotar el proyecto en forma total o parcial.

Los activos que lo constituyen son: existencias de materias primas, materiales y repuestos; inventarios de productos en proceso, semi-terminados y terminados; dinero en caja y en bancos; y cuentas por cobrar.

El capital de trabajo constituye una inversión que se hace en el inicio de la vida útil del proyecto. Sin embargo, al finalizar éste se recupera, convirtiéndose en ingreso líquido en el último año o sea al final de la vida útil de la inversión y como tal se refleja en los flujos de caja para el cálculo de los indicadores económicos.

✓ **Activos corrientes**

- Cuentas a cobrar (deudores): La importancia de esta partida está determinada por la política de ventas a crédito de la empresa, por lo que en esta etapa el inversionista debe fijar las condiciones comerciales en que operará el negocio. Se considerarán las cuentas por cobrar por productos entregados y no cobrados (crédito vendedor, ventas a crédito, pago diferido, etc).

$$\text{Cuentas a cobrar} = \text{condiciones de crédito (días)} / 360 * \text{Ventas brutas}$$

- Materias primas y Materiales: Al comenzar las operaciones se deberá tener reservas de materias primas y materiales que garanticen las coberturas mínimas necesarias. Para ello se deben estimar los días de cobertura de las mismas teniendo en cuenta su procedencia.

$$\text{Mat. P. y Materiales} = \text{Días de cobertura} / 360 * \text{Costos de materias primas y mat.}$$

- Producción en proceso: Para calcular los gastos de operación que se incurren con los productos en proceso se estimará al iniciarse el flujo productivo los días de producción que requiere aún el producto para su fabricación.

$$\text{Prod. en proceso} = \text{Días de producc.} / 360 * (\text{C.Dir.} + \text{C.Ind.} - \text{Gtos. Comerciales})$$

- Producción terminada: Se calcularán los gastos de operación y administrativos incurridos por la producción terminada en almacén, estimándose los días de existencia del producto almacenado antes de ser entregado al cliente.

$$\text{Producción terminada} = \text{Días de almacenaje} / 360 * (\text{C. Dir.} + \text{C. Ind.})$$

- Piezas de repuesto: Para el cálculo de las reservas de piezas de repuesto y otros suministros gastables necesarios para asegurar la operación de la inversión, se estimarán los días de cobertura de piezas de repuesto requeridos según la procedencia (nacional o importada).

$$\text{Piezas de repuesto} = \text{Días de cobertura} / 360 * \text{Gastos de mantenimiento}$$

- Efectivo en caja: El efectivo en caja con destino a otros gastos, tales como salarios, energía, agua, seguros e impuestos, se calculará partiendo de los días requeridos de efectivo en caja para hacer frente a estos gastos.

$$\text{Efectivo en caja} = \text{Días de efectivo} / 360 * (\text{Salario Dir.} + \text{C. Ind.} + \text{Gtos financ.})$$

✓ **Pasivos corrientes (acreedores).**

- Cuentas por pagar: Se refiere a las cuentas a pagar por aquellos bienes y servicios recibidos y no pagados, debiéndose fijar bajo condiciones reales de crédito el pago de las materias primas, materiales, los servicios públicos, etc; según los plazos de pago que se definan en cada caso.

Cuentas por pagar = Pagos acreedores (días)/360 \* (Mat. Prim. y mat. + Serv. Públicos)

**c) Imprevistos.**

Se refiere a un fondo de reserva que se incluye en el Costo de Inversión para cubrir posibles omisiones e incrementos de precios.

Se acostumbra estimar un costo máximo por este concepto de un 10% de las partidas que conforman el Costo de Inversión.

**2.4 COSTO DE PRODUCCIÓN TOTAL.**

En el cálculo de los costos de producción se considerarán todos aquellos costos en que es necesario incurrir de forma continua en el proceso productivo para lograr los niveles de producción proyectados. De ahí lo importante de realizar una estimación lo más exacta posible de los mismos, detallando los elementos para la conformación de los costos en divisas.

Los costos directos son proporcionales al por ciento de aprovechamiento de la capacidad normal viable y los indirectos por el contrario no son proporcionales a la misma.

**a) Costos Directos.**

Los componentes de los Costos Directos son:

- ✓ Materias primas, materiales y otros insumos necesarios para realizar la producción (incluye gastos por fletes, aranceles y seguros, así como de carga y descarga y transportación).

- ✓ Salarios directos devengados por el personal directamente vinculado a la producción (se incluyen impuestos sobre nómina y la contribución a la seguridad social).
- ✓ Servicios Públicos (agua, combustible, electricidad, gas, vapor, etc.).

#### **b) Costos Indirectos.**

Estos costos están conformados por:

- ✓ Gastos Comerciales o Costos de Venta y Distribución: Incluye gastos de materiales, almacenamiento, transportación, facturación y venta, así como promoción, publicidad y comisiones) necesarios para el despacho, entrega y cobro de las mercancías.
- ✓ Gastos de Administración: Incluye gastos de materiales, combustibles y salarios indirectos, así como el impuesto sobre nómina y la contribución a la seguridad social del personal que no está vinculado directamente a la producción.
- ✓ Gastos de Mantenimiento y Reparaciones, incluyendo suministros de fábrica.
- ✓ Otros: Referidos a gastos de transportación, alquiler de locales, seguros, implementación del plan de medidas para reducción de desastres y tratamiento de residuales.

En la evaluación de proyectos es necesario distinguir los costos fijos y variables. Estos últimos están relacionados con los productos y por tanto el importe total está en función del nivel de producción que se programe (como costos de materias primas y ciertas categorías de salarios), mientras que los fijos son independientes a ello y no presentan un comportamiento lineal con respecto al nivel de producción o de aprovechamiento de la capacidad (costos de administración, de mantenimiento, etc).

#### **c) Depreciación.**

Para su cálculo se considerarán los costos de inversión tomando aquellos elementos que realmente se deprecian. Cada partida o medio básico se deprecia de acuerdo con la tasa de

amortización establecida. En caso de emplearse instalaciones existentes se tendrá en cuenta la depreciación de las mismas para los años que continuarán explotándose.

#### **d) Gastos financieros**

Incluyen los intereses, seguros y comisiones bancarias que son necesarios pagar por concepto de préstamos y créditos, así como otros gastos imputables al financiamiento por terceros. En esta partida se incluirán los intereses a pagar, no así el reembolso del Principal.

### **2.5 FUENTES DE FINANCIAMIENTO.**

Es indispensable que toda presentación del estudio de un proyecto contenga un capítulo destinado al análisis financiero. La razón de ello es que un requisito previo y fundamental para la formulación, análisis y toma de decisiones de un proyecto de inversión lo constituye el disponer de los recursos financieros suficientes en moneda nacional y divisas, tanto para la ejecución del mismo hasta su puesta en explotación como para el capital de trabajo (inicial y el que corresponda a los incrementos que se producen durante la vida útil del proyecto).

A su vez se deberá describir brevemente la situación financiera de la entidad al momento de proponer la inversión en cuestión, lo que permitirá conocer su liquidez y por lo tanto la disponibilidad de capital propio.

#### **a) Clasificación de las principales fuentes de fondos o de financiamientos.**

Los fondos para el financiamiento de un proyecto de inversión se diferencian para las fuentes en moneda nacional y en divisas.

- ✓ Los fondos para el financiamiento de un proyecto de inversión en moneda nacional pueden ser en lo fundamental por el presupuesto estatal, crédito bancario y recursos propios (capital propio o social) de la entidad inversionista proveniente de la depreciación y la venta de activos ociosos.

- ✓ Las fuentes de financiamiento en divisas no pueden afectar los ingresos corrientes de los Presupuestos de ingresos y gastos en divisas de las entidades, lo que significa que deben ser mediante fuentes de créditos externos al organismo en lo fundamental a mediano y largo plazo, y no a partir de los ingresos propios que se logren en los flujos de caja de las entidades correspondientes.

#### **b) Fuentes de créditos externos.**

Como fuentes de créditos externos se pueden presentar las posibilidades siguientes:

- ✓ Crédito bancario o capital de préstamo. Corresponde a los préstamos monetarios a mediano y largo plazo, que pueden ser de origen nacional o extranjero y que se solicitan a fuentes bancarias o en el mercado de capitales. Fuentes que evaluarán la solicitud y lo otorgarán a partir de determinadas condiciones financieras, de cumplirse los requisitos que se exijan por la entidad que realice el préstamo. Los créditos comerciales que por lo general son a corto plazo no deben utilizarse para este tipo de operación.

Para el cálculo de los intereses hay que tomar en cuenta el monto de las entregas que se vayan efectuando, el tiempo que transcurrirá desde la entrega hasta la operación del proyecto y la tasa de interés correspondiente.

#### **2.6 AVALÚO DE ACTIVOS.**

Para el cálculo del Capital Social en el caso de que la inversión sea una ampliación o reconstrucción, es necesario conocer el valor remanente de las instalaciones existentes que participan en el proyecto de inversión.

El proceso de valoración realizado a un activo con el fin de identificar el valor real que posee en el momento del análisis se conoce como Avalúo de Activos.

El Método del Valor Presente se basará en la determinación de los flujos de efectivos que se puedan obtener de la operación de la instalación y que al menos sean suficientes para

compensar los recursos dedicados a ésta a través del tiempo, o sea en función del rendimiento del capital invertido.

## **2.7 CRITERIOS DE EVALUACIÓN.**

La evaluación económico-financiera de un proyecto, hecha de acuerdo con criterios que comparan flujos de beneficios y costos, permite determinar si conviene realizar un proyecto, o sea si es o no rentable y sí siendo conveniente es oportuno ejecutarlo en ese momento o cabe postergar su inicio, además de brindar elementos para decidir el tamaño de planta más adecuado.

En presencia de varias alternativas de inversión, la evaluación es un medio útil para fijar un orden de prioridad entre ellas, seleccionando los proyectos más rentables y descartando los que no lo sean.

La situación “sin proyecto” se define a partir de la situación actual, la que debe ser optimizada y puede alcanzarse a partir de inversiones menores, medidas técnico-organizativas, administrativas, de gestión, etc. Con ello se consigue que en la evaluación del nuevo proyecto en caso de tratarse de ampliación o modernización de capacidades sólo se consideren los beneficios y costos pertinentes al proyecto, y no los que resultan sólo de reordenar y hacer más eficiente la situación actual.

De este modo, la definición de la situación sin proyecto evita que se asignen beneficios que no corresponden a las alternativas del proyecto propuesto, impidiendo por tanto sobreestimar los beneficios de uno de ellas.

Pero en la evaluación de proyectos de inversión para decidir si es conveniente o no acometerlo no debemos solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino que se requiere también de criterios de evaluación, para seleccionar las oportunidades de inversión más rentables y por tanto más convenientes.

Los criterios de evaluación que se aplican con más frecuencia por los analistas de proyectos consisten en comparar precisamente los flujos de ingresos con los flujos de costos y los mismos se clasifican en dos categorías generales que son las técnicas para el análisis de la rentabilidad de la inversión (con y sin financiamiento) y las técnicas para el análisis financiero.

A la primera categoría pertenecen los métodos actualizados como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) y a la segunda los análisis de liquidez.

Desde el ángulo de la Economía de la Empresa se analiza la rentabilidad del proyecto de inversión en sí mismo sin el análisis del financiamiento ya que se excluye la necesidad de recurrir a soluciones financieras por préstamos. En caso de que se requiera determinar la rentabilidad del capital invertido considerando las fuentes financieras y el comportamiento esperado del capital entonces el análisis será con financiamiento.

En la evaluación privada a partir de precios de mercado se presentan dos enfoques, el primero es el que permite determinar sobre la base de los flujos de ingresos y costos económicos, la bondad de un proyecto, es decir, si es rentable por sí mismo. En este caso se parte de que los diferentes costos inherentes al proyecto se financian totalmente por el capital propio de la entidad de que se trate.

El segundo enfoque es financiero, permitirá medir la rentabilidad del capital propio invertido por el promotor del proyecto ante diversas alternativas de financiamiento.

En resumen ambos enfoques se diferencian en que el segundo considera como ingreso el préstamo y como costos, los intereses y la amortización de ese préstamo.

Aunque la evaluación social no es objeto de análisis en esta metodología por demandar la misma la necesidad de un estudio de los precios sociales, si se considera conveniente esclarecer algunos aspectos para conocimiento general.

En condiciones de mercados de competencia perfecta no habría que diferenciar la evaluación privada y social ya que estaríamos en ausencia de distorsiones o situaciones externas que hace que no existan discrepancias entre beneficios y costos sociales con los privados. Pero en realidad es poco probable la existencia de estas condiciones, siendo común la presencia de distorsiones como la existencia de impuestos, aranceles aduaneros, subsidios, etc.

Estas distorsiones cuando se incorporan a los valores de mercado son consideradas en los cálculos de ingresos y costos por las respectivas unidades económicas, no sucediendo así en el análisis de los valores sociales, donde para determinar la rentabilidad social de un proyecto es necesario asignar, tanto a los costos como a los beneficios obtenidos, precios que reflejen la real escasez del bien que se desea producir. Tales razones hacen modificar los precios de mercado a fin de expresar el valor social que tendría en presencia de distorsiones. Los precios sociales más utilizados en la evaluación son los de las divisas, del capital y de la mano de obra.

Existen también otras situaciones externas que pueden hacer diferir la evaluación privada de la social. Como situación negativa puede citarse la contaminación ambiental que producen algunas fábricas y como positiva la ejecución de un proyecto de reforestación, que beneficia los suelos y el clima.

Para concluir estos comentarios introductorios es necesario considerar algunos aspectos importantes a tener presente en la tarea de evaluación, como es el caso de que si el proyecto de inversión requiere de la necesidad de incurrir en gastos por inversiones inducidas indirectas aunque éstos no se incluyen en el valor total de inversión a los efectos del cálculo de la eficiencia económica del proyecto en sí mismo, si se recomienda considerarlos en el análisis que se hiciera de la eficiencia económica de la inversión para el país.

En cuanto a la valoración del terreno se deberá realizar la evaluación económica-financiera de la inversión considerando las variantes de su inclusión o no.

Por último el cálculo manual de los análisis financieros y de rentabilidad serían muy trabajosos, con el riesgo a su vez de la posible introducción de errores de cálculo. Para evitar ello y aprovechando las ventajas que brinda las técnicas computacionales se han establecido Programas que de forma sencilla, precisa y rápida permiten obtener estos indicadores. Sólo es necesaria la confiabilidad de los datos introducidos ya que ello es lo que asegurará la calidad de los resultados a obtener.

**a) Valor actual neto (VAN).**

El Valor Neto Actualizado o Valor Actual Neto (VAN) de un proyecto mide en dinero corriente el grado de mayor riqueza que tendrá el inversionista en el futuro si emprende el proyecto. Se define como el valor actualizado del flujo de ingresos netos obtenidos durante la vida útil económica del proyecto a partir de la determinación por año de las entradas y salidas de divisas en efectivo, desde que se incurre en el primer gasto de inversión durante el proceso inversionista hasta que concluyen los años de operación o funcionamiento de la inversión.

Estos saldos anuales que pueden ser positivos o negativos y que se producen en diferentes momentos no es válido compararlos directamente porque la unidad monetaria, cualquiera que sea, dentro de un determinado número de años no tendrá igual valor que en el momento actual, será menor ya que se va reduciendo su poder adquisitivo dado el efecto inflacionario.

Es por ello, que para comparar una unidad monetaria en distintos momentos se actualizan los saldos en el momento cero de la inversión, es decir en el año en que se incurre en el primer gasto en la ejecución del proyecto, utilizando para ello una tasa de actualización o tasa de descuento que se fija predeterminadamente y que homogeniza los saldos que se han obtenido en diferentes momentos, reduciéndolos a una unidad común.

Para el cálculo de esta tasa, generalmente se utiliza la tasa de interés existente sobre préstamos a largo plazo en el mercado de capitales y la misma debe reflejar el costo de oportunidad del capital que expresa la garantía de un rendimiento mínimo del capital que se exige al proyecto, en otras palabras una tasa similar a la que se obtendría en cualquier otra alternativa de inversión con el mismo riesgo o sencillamente depositándolo en un banco a una tasa fija de interés anual. Es conveniente precisar la misma con organismos financieros tales como el Banco Nacional de Cuba, el Banco Financiero Internacional, entre otros.

Es aconsejable calcular el VAN para diferentes tasas de descuento, considerando la conveniencia de introducir otros factores de riesgo adicionales, como es la inflación y la devaluación monetaria.

Si el capital invertido es prestado la tasa de actualización debe ser superior a la tasa de interés sobre el préstamo.

El valor en el momento actual (año cero) del flujo de ingresos netos que se obtienen para los años de vida del proyecto se calcula a partir de:

$$VAN = (FC_0 * a_0) + (FC_1 * a_1) + \dots + (FC_j * a_j) + \dots + (FC_n * a_n)$$

$$\text{o sea } VAN = \sum_{j=0}^n FC_j a_j$$

Dónde:

FC es la corriente de liquidez neta de un proyecto, o ingreso neto, positivo o negativo que se obtiene en los años 0,1, 2, 3,..., n.

a es el factor de actualización en los años 1,2, 3, ... , n, correspondiente a la tasa de actualización que se utilice.

Se parte del año cero porque se consideran desde los primeros gastos de inversión, es decir el análisis se realiza a partir del período de construcción. Es conveniente anotar que la tasa de descuento puede cambiar de año en año.

El factor de actualización se puede obtener de las tablas de actualización editadas por organismos internacionales como la ONUDI. De forma manual puede calcularse mediante la

fórmula  $a_j = \frac{1}{(1+k)^j}$ , donde  $i$  es la tasa de actualización y  $j$  es igual a  $1, 2, \dots, n$ , es decir para

cada año del proyecto en que se generan egresos e ingresos en efectivo.

El período de actualización debe ser igual a la duración del proyecto y debe actualizarse al año corriente.

Por abarcar todo el período de vida útil, para calcular el VAN del proyecto se considerarán como ingresos en el último año del período, determinados componentes del costo de inversión que mantienen su valor al final del proyecto, como los terrenos, el capital de trabajo o de explotación y el valor remanente de equipos y edificaciones, por los que estos valores deben ser considerados como ingresos en el último año del período de vida útil.

En el caso de los equipos que sea necesario sustituir durante la vida del proyecto, por tener una duración más corta, como por ejemplo los equipos de transporte, se debe considerar la erogación por sustitución de los mismos durante el período de actualización, es decir introducirlos en el análisis como reinversiones en los años correspondientes.

En el cálculo del VAN no se considera la depreciación, pues el egreso correspondiente se produjo al momento de pagar por el activo en cuestión, estando incorporada a la inversión, no reflejando ningún movimiento de caja o efectivo. Constituyen cargos contables, sin realización efectiva.

A los efectos de selección del proyecto el criterio será siempre que el mismo será rentable si el valor actual del flujo de ingresos es mayor que el valor actual del flujo de costos cuando éstos se actualizan con la misma tasa de descuento, es decir cuando la diferencia entre ambos flujos es mayor que cero. Dicho de otra forma, cuando el VAN es positivo ya que significa que el proyecto cubre sus costos.

De esta forma se dice que el proyecto garantiza una tasa de rendimiento del capital igual o superior al costo de oportunidad del capital, ya que el VAN indica en cuanto más rico o más pobre se hace un inversionista por efectuar el proyecto, comparado con dejar de realizar el mejor proyecto alternativo que tiene.

Siempre que se vayan a comparar proyectos con diferentes períodos y años de inicio de construcción a través de este indicador de rentabilidad, los respectivos VAN deberán calcularse a un momento de actualización común, o sea para el mismo año. La importancia de ello radica en que si se calculan los valores actuales netos de varias alternativas de proyectos para distintos momentos, esos valores no podrán ser comparados, pues no serán homogéneos. Por lo tanto, a pesar de que los proyectos por comparar tengan distintos períodos de construcción, o sea que comiencen en años diferentes, siempre se deberá actualizar el flujo de ingresos netos de esos proyectos referidos a un año común.

Si se debe escoger entre diversas variantes de proyecto, deberá optarse por el proyecto con el VAN positivo mayor, aunque es aconsejable realizar un análisis integral utilizando también otros indicadores.

Como el VAN es un indicador obtenido de las corrientes de liquidez netas positivas o utilidades netas de un proyecto, para los casos en que se presenta más de una variante de inversión, es conveniente determinar también qué inversión se requiere para generar esos VAN positivos.

Para realizar la mejor selección se establece la relación entre el Valor Neto Actualizado (VAN) y el Costo de la Inversión Actualizado que representa la Tasa de Rendimiento Actualizado del proyecto y se identifica con las siglas RVAN.

En el caso de que el período de ejecución de la inversión sea inferior a un año no se actualiza el costo de inversión.

El Costo de Inversión Actualizado se obtiene aplicándole al Costo de Inversión para cada año de construcción el factor de actualización correspondiente, lo que se resume en la fórmula.

$$CAI = \sum_{j=1}^n I_j a_j$$

Entre las diversas variantes posibles, conviene escoger la que ofrezca la RVAN más alta, o sea una relación mayor entre los ingresos netos actualizados y las inversiones actualizadas requeridas para obtenerlos. Cuando se considera un solo proyecto, la decisión de seguir adelante con el mismo se debe adoptar sólo si el RVAN es mayor o igual a cero.

Al comparar diversas posibilidades, se debe tener la precaución de utilizar el mismo período de actualización y la misma tasa de actualización para todos los proyectos.

#### **b) Tasa interna de retorno o de rendimiento (TIR).**

La tasa interna de retorno o rendimiento (TIR) representa la rentabilidad general del proyecto y es la tasa de actualización o de descuento a la cual el valor actual del flujo de ingresos en efectivo es igual al valor actual del flujo de egresos en efectivo. En otros términos se dice que la TIR corresponde a la tasa de interés que torna cero el VAN de un proyecto, anulándose la rentabilidad del mismo.

De esta forma se puede conocer hasta qué nivel puede crecer la tasa de descuento y aún el proyecto sigue siendo rentable financieramente.

El procedimiento para calcular la TIR es similar al utilizado para calcular el VAN, estimándose diferentes tasas de actualización que aproximen lo más posible el VAN a cero a partir de un proceso iterativo, hasta llegar a que el VAN sea negativo. La TIR se encontrará entre esas dos tasas y mientras más cercana sea la aproximación a cero mayor será la exactitud obtenida, debiendo estar la diferencia entre las tasas en un rango no mayor del  $\pm 2\%$  si se quiere lograr una buena aproximación.

La fórmula para hallar la TIR será:

$$TIR = i_1 \frac{VAN_p (i_2 - i_1)}{VAN_p + VAN_n}$$

dónde:

$i_1$  es la tasa de actualización en que el VAN es positivo e  $i_2$  en que es negativo.  $VAN_p$  y  $VAN_n$  son los resultados correspondientes al VAN positivo a la tasa  $i_1$  y al VAN negativo a la tasa  $i_2$ .

El  $VAN_n$  se suma con signo positivo.

Para que la TIR calculada sea lo más exacta posible los valores  $VAN_p$  y  $VAN_n$  deben ser los más cercanos a cero. Este indicador se calcula cuando la corriente de liquidez tiene saldos positivos y negativos.

El criterio de selección corresponderá a aquellos proyectos que posean una mayor TIR y ésta siempre deberá ser mayor o igual a la tasa de actualización que garantice un rendimiento mínimo de capital para la inversión propuesta.

En otras palabras se puede aceptar el proyecto propuesto si la TIR es mayor o igual que el costo externo del capital determinado en los mercados financieros. En caso contrario, no es propicio ejecutarlo. Es recomendable insistir que el costo de capital pertinente es la tasa de

interés que habría que abonar sobre un crédito que se solicitare para realizar el proyecto, o la rentabilidad de la mejor alternativa de inversión, si se emplea capital propio.

Si el capital invertido es prestado la TIR debe ser al menos dos veces la tasa de interés del capital prestado o tres veces la LIBOR o la MIBOR, no debiéndose admitir un proyecto que posea una TIR inferior a la tasa de interés del capital prestado.

La TIR es útil para proyectos que se comportan normalmente es decir, los que primero presentan costos y, después, generan beneficios. Si el signo de los flujos del proyecto cambia más de una vez, existe la posibilidad de obtener más de una TIR. AL tener soluciones múltiples, todas positivas, cualquiera de ellas puede inducir a adoptar una decisión errónea. Esto es así, por cuanto en el cálculo de la TIR se supone implícitamente que los flujos netos que se obtienen en cada período se reinvierten a esa misma tasa. Si no hay una tasa relevante, entonces este criterio no ofrece ninguna ayuda en este caso. Sin embargo, si los flujos del proyecto son al comienzo negativos y luego positivos durante toda su vida útil, habrá una sola TIR.

Es importante resaltar que la tasa interna de retorno no puede usarse para decidir entre proyectos mutuamente excluyentes, pues aunque un proyecto tenga una TIR superior a otro proyecto, puede ser que el valor actual neto del primero sea inferior al del segundo.

La utilización del criterio de la TIR tiene la ventaja, para proyectos independientes, de dar una imagen de la rentabilidad, al arrojar como resultado una tasa que posibilita la comparación de proyectos. En presencia de escasez de capitales, la aplicación de la TIR ayuda a elegir los mejores proyectos rentables.

### **c) Período de recuperación del capital (PR).**

Este indicador mide el número de años que transcurrirán desde la puesta en explotación de la inversión, para recuperar el capital invertido en el proyecto mediante las utilidades netas del

mismo, considerando además la depreciación y los gastos financieros. En otros términos se dice que es el período que media entre el inicio de la explotación hasta que se obtiene el primer saldo positivo o período de tiempo de recuperación de una inversión.

Una forma sencilla de cálculo se realiza a partir de la siguiente fórmula.

$$PR = t_n + \frac{SA1}{SA1 + SA2} - m$$

dónde:

$t_n$  es el número de años con saldo acumulado negativo desde el primer gasto anual de inversión (incluyendo la construcción).

SA1 es el valor absoluto del último saldo acumulado negativo.

SA2 es el valor absoluto del primer saldo acumulado positivo.

$m$  es el período de tiempo de la construcción y el montaje

El período de recuperación no considera la etapa referida a la construcción por lo que se deduce el tiempo que media entre el inicio de la construcción y el momento de la puesta en explotación. Tampoco considera para su cálculo la corriente de costo y beneficio durante la vida productiva del proyecto después que se ha reembolsado el costo de inversión original.

La ventaja de este criterio radica en su simplicidad, pero su aplicación no sirve para comparar proyectos, dado que no considera el valor del dinero en el tiempo sino que compara directamente valores obtenidos en distintos momentos. Más que un criterio económico, este indicador es una medida de tiempo.

No es aconsejable utilizarlo tampoco como criterio básico o de decisión fundamental para seleccionar proyectos. Es por ello que se utiliza sólo como complemento del análisis de rentabilidad de inversión y de indicadores básicos como el VAN y la TIR.

Es útil sobre todo en condiciones de elevado riesgo, en que la rápida recuperación del capital tiene particular importancia y por lo tanto interesa conocer cuánto demora recuperar lo invertido.

**d) Razón beneficio – costo.**

Este indicador conocido también como Índice del valor actual, compara el valor actual de las entradas de efectivo futuras con el valor actual, tanto del desembolso original como de otros gastos en que se incurran en el período de operación, o sea de los beneficios y costos actualizados a un cierto momento, dividiendo los primeros por los segundos de manera que:

$$\text{Razón Beneficio-Costo} = \frac{\text{Valor actual de entradas de efectivo}}{\text{Valor actual de salidas de efectivo}}$$

En este método las salidas de efectivo se separan de las entradas, no como en el VAN y el TIR donde los gastos futuros se engloban con los ingresos del mismo período y sólo se incorpora al análisis el resultado neto.

El tratamiento por separado permite a veces enfocar mejor la distribución y la naturaleza de los gastos, pero en la mayoría de los casos no se altera la decisión de aceptar o rechazar.

Si se obtiene una Razón Beneficio-Costo igual a la unidad, ello equivale a que el valor presente neto del proyecto es igual a cero. Si esta razón es mayor que la unidad, significa que el valor presente neto del proyecto es positivo.

El indicador que se obtiene es útil para determinar si el proyecto es bueno o no, pero no sirve para elegir entre proyectos, dado que no toma en cuenta el tamaño del proyecto y además, el resultado dependerá de si los costos de operación del proyecto son deducidos de los ingresos brutos en el numerador o bien adicionados a los costos de construcción en el denominador de la fracción.

**e) Aplicación de criterios de evaluación.**

De los criterios de evaluación expuestos, todos tienen ventajas e inconvenientes, pero las desventajas del Período de Recuperación y de la Razón Beneficio-Costo no los hacen aconsejables para decidir la ejecución o rechazo de un proyecto. Por lo tanto, se recomienda utilizar como criterios de decisión el VAN y la TIR.

Es por ello que por lo general, como norma respecto de los criterios de evaluación conviene calcular para cada proyecto estos dos últimos indicadores. La TIR es requerida por casi todos los organismos internacionales de crédito y puede aplicarse en presencia de escasez de capitales.

Sin embargo, cabe recalcar que si el problema que se enfrenta es decidir entre proyectos mutuamente excluyentes, el criterio del VAN es el único que permite adoptar una decisión, sin inducir a error, respecto de cuál proyecto es más rentable y conveniente ejecutar.

Este indicador presenta un importante papel en la determinación de criterios al analizar diferentes situaciones que se pueden presentar, como son las alternativas del momento óptimo de inicio de un proyecto y la selección de tamaño óptimo de planta.

Las alternativas de inicio de las obras constituyen proyectos mutuamente excluyentes. Al comparar las diferentes alternativas de inicio de los proyectos el VAN debe ser calculado a un mismo momento, cualquiera sea el año de comienzo, seleccionándose como alternativa de inicio más conveniente la que posee el VAN máximo.

Para encontrar el momento óptimo de inicio de un proyecto se trata de igualar el beneficio marginal de la postergación con el costo marginal de la misma, o sea que conviene postergar el proyecto hasta que el cambio que experimente el VAN, como resultado de la postergación, sea igual a cero.

Por beneficio marginal de postergar el proyecto se entiende el valor actual de la diferencia de ingresos debido a la edad del proyecto, más el valor capitalizado de los costos que se postergan. El costo marginal de la postergación del proyecto corresponde al ingreso que se deja de obtener al postergar el inicio, más el nuevo costo de construcción.

En el caso de la selección del tamaño óptimo del proyecto se parte de que los proyectos de diferente escala o tamaño tendrán en general, ingresos y costos de construcción y operación de diferente magnitud. La solución a ello surge de elegir aquel tamaño que brinde el mayor VAN.

La norma a seguir es que el tamaño del proyecto será el óptimo cuando el cambio experimentado por el VAN, al cambiar el tamaño, sea igual a cero.

#### ✓ **Umbral de rentabilidad (U.R.).**

Mediante el análisis del Umbral de Rentabilidad se determina el nivel o régimen mínimo de explotación en el que los ingresos provenientes de las ventas coinciden con los costos de producción, es decir el punto en que un proyecto no deja ni pérdida ni utilidad. Por encima de este punto el proyecto produce utilidades y por debajo produce pérdidas.

Mientras más bajo sea el UR, tanto mayores son las probabilidades de que el proyecto obtenga utilidades y tanto menor el riesgo de que incurra en pérdidas.

El Umbral de Rentabilidad puede expresarse en términos de unidades físicas producidas (volumen de producción), ingresos por ventas (valor de la producción) o por ciento de utilización de la capacidad instalada y de acuerdo a los términos en que se requiera calcular, tendrá para su determinación su formulación específica:

Volumen de producción:  $U. R. = F / p - V$  en unidades físicas.

Ingresos por ventas:  $UR = p * F / p - v$  en pesos

Utilización de la capacidad de producción:  $UR = F / r - V$  en %

donde;

F costos fijos anuales en pesos (incluyendo gastos financieros)

p precio de venta unitario en pesos

v costos variables unitarios en pesos (al 100% de aprovechamiento de la capacidad normal viable).

r ingresos por ventas en pesos

V costos variables en pesos (a plena capacidad).

Los resultados obtenidos muestran a qué nivel de producción y de ingresos por ventas, así como con qué utilización de la capacidad instalada el proyecto no reporta ni utilidad, ni pérdida, siendo este análisis especialmente útil en un proyecto en que la decisión es muy sensible a determinada variable, siendo necesario entonces establecer el nivel de riesgo a que estará sometida la operación del mismo.

Para el análisis del umbral de rentabilidad es necesario basarse en los siguientes supuestos:

- Los costos de producción están en función del volumen de producción.
- El volumen de producción es igual al volumen de ventas.
- Los costos operacionales fijos son iguales para todos los volúmenes de producción.
- Los costos unitarios variables se modifican en proporción al volumen de producción y por consiguiente también los costos totales de producción.
- Los precios de venta unitarios de un producto o una gama de productos son iguales para todos los niveles de producción (ventas) a lo largo del tiempo. Es por ello que el valor de las ventas es una función lineal de los precios de venta unitarios y de las cantidades vendidas.
- Se deben utilizar datos de un año normal de operaciones.

- El nivel de los precios de venta unitarios y de los costos de operaciones variables y fijos permanecen constantes.
- El cálculo en términos físicos se puede aplicar sólo cuando se produce un sólo producto o cuando se producen varios productos similares, susceptibles de convertirse fácilmente en un producto fundamental.

### *3- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN:*

#### **3.1 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICO DEL CASO DE ESTUDIO.**

En Diciembre de 1976, por decisión del Ministerio de la Industria Alimenticia se constituye un grupo de trabajo para la creación de la Unidad Económica, que tendría la finalidad de ejecutar el proceso inversionista de la Fábrica de Glucosa, cuyo objetivo sería producir la materia prima fundamental para la industria confitera del país y la exportación a países del Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME), convirtiéndose en un rubro exportable para el país.

Esta Unidad Económica Inversionista, se oficializa el 21 de Enero de 1977 en las Oficinas del antiguo Matadero de Cienfuegos, contratándose la fábrica a las firmas ALFA LAVAL y DDS KROYER de Suecia y Dinamarca respectivamente, como consta en el contrato CI-143- 75 suscrito por el Organismo Construcción Industrial, correspondiendo la ejecución a la Brigada Termoeléctrica, Obras Varias de la Empresa No. 6 de Obras Industriales, concluyéndola en Julio del año 1980 en conmemoración del Asalto al Moncada y en saludo al II Congreso del Partido Comunista de Cuba.

La asistencia técnica extranjera comenzó oficialmente a trabajar en Septiembre de 1977 y finalmente el 11 de Diciembre de 1979 según la Resolución No. 157 quedó fundada la Empresa Glucosa Cienfuegos, siendo en ese momento única de su tipo en América Latina. Esta planta fue concebida, para realizar producciones fundamentales superiores a las 25 000 T anuales, de la cual aprovecha actualmente de un 38 -40 % de las cuales se producen. (Ver Anexo – 3, diagrama de flujo productivo UEB Glucosa).

- Glucosa por hidrólisis ácida
- Glucosa por hidrólisis enzimática
- Almidón de maíz.

### **PRODUCCIONES ALTERNATIVAS**

- Mezcla para Arepas
- Mezcla para Panetelas
- Desayuno de Chocolate
- Natillas saborizadas
- Almidones saborizados
- Concentrado proteicos para alimento animal
- Concentrado acuoso de Manguífera indica (VIMANG)
- Siropes de fructosa para refrescos.

### **OBJETO SOCIAL.**

- Producir, transportar y comercializar de forma mayorista productos alimenticios derivados del maíz tales como sirope de glucosa, almidón de maíz, aceite de consumo humano, mezclas secas, concentrados de frutas y vegetales, siropes y refrescos y alimento animal en pesos moneda nacional y pesos cubanos convertibles.
- Producir y comercializar de forma mayorista equipos, partes, piezas y accesorios de metal y goma fundamentalmente para la industria de conserva y lácteos en pesos moneda nacional y pesos cubanos convertibles.
- Producir y comercializar de forma mayorista implementos deportivos al Instituto Nacional de Deportes, Educación Física y Recreación en pesos moneda nacional.
- Brindar servicios de alquiler de transportación especializado y de carga en pesos moneda nacional.

- Brindar servicios personales, de reparación de enseres menores, de transporte de personal y alimentación a sus trabajadores en pesos moneda nacional.
- Ofrecer servicios de reparación y mantenimientos eléctricos, de instrumentación a equipos automáticos, informáticos y de comunicación a entidades en pesos moneda nacional.
- Producir y comercializar de forma mayorista ganado menor y de forma minorista a sus trabajadores productos agropecuarios procedentes del autoconsumo en pesos moneda nacional.

**Misión.**

Procesar materias primas y materiales para diferentes flujos industriales y productos alimenticios y suplementos naturales en una amplia gama de surtidos para la alimentación humana y animal, con la mejor calidad y eficiencia, garantizando la plena satisfacción de nuestros clientes, así como prestaciones de servicios aumentando el valor agregado de nuestras producciones.

**Visión.**

La visión estratégica hasta el 2016 estará dirigida a incrementar paulatinamente la capacidad instalada de las diferentes líneas de producción, así como la obtención de nuevos productos con resultados económicos eficientes, que no agredan al medio ambiente y que propicien un mayor valor agregado a las producciones para satisfacer las necesidades del país y tener posibilidades de productos para la exportación.

En estudios precedentes realizados en el proceso de producción de la UEB Glucosa Cienfuegos, muestra factores multicausales en el desarrollo de la gestión de residuos, como se muestra en el diagrama causa y efecto para la corteza agotada. (Ver anexo - 1).

### **3.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.**

Dentro de las producciones alternativas que se llevan a cabo en la UEB Glucosa Cienfuegos, se contempla la obtención del concentrado acuoso de Manguífera indica (VIMANG), proceso mediante el cual se le realiza la extracción de principios activos (metabolitos) a la corteza del árbol del mango.

#### **3.2.1 Descripción del proceso de obtención del VIMANG.**

Vimang es un producto natural cubano que se extrae de variedades estudiadas del árbol de mango (*Mangífera indica* L.) Sus propiedades específicas como suplemento nutricional antioxidante y para los procesos de envejecimiento de la piel se debe a la presencia mayoritaria en su composición de los flavonoides polifenólicos, los que junto a oligoelementos y ácidos grasos polinsaturados convierte sus diferentes formulaciones en productos naturales únicos en su tipo en el mercado nacional e internacional. Sus estudios clínicos avalan su efectividad en la mejoría de la calidad de vida en pacientes afectados por diferentes enfermedades, donde se incluye el VIH/SIDA.

Para efectuar el proceso de extracción del principio activo de la corteza de mango, se ha determinado procesar 5.0 toneladas de corteza por cada ciclo de trabajo, la misma se sumergen en agua caliente a 80°C en dicho tanque de remojo durante aproximadamente 5 horas manteniendo la recirculación del agua en el tanque, el extracto acuoso obtenido que contiene un 1.5% de sólidos totales se bombea hacia un evaporador de triple efecto de película descendente instalado en nuestra fábrica, donde se concentra hasta obtener un producto con un 11 -15% de sólidos totales, luego es bombeado a un tanque

homogenizador donde se adiciona benzoato de sodio al 1.0% como preservante y entonces pasa a la sección de envasado aséptico en tanquetas de 20 litros. (Ver Anexo – 2)

La corteza de mango ya agotada se extrae por la parte inferior del tanque no. 1 de maceración y se deposita en el área lateral de la nave de producción, para su posterior traslado hacia los lugares de deposición final. Esta corteza de mango agotada, queda como producto residual de este proceso productivo sin un destino definido y provocando acumulaciones de la misma que se evacuan en una primera etapa hacia vertederos y en los últimos períodos se está incorporando como materia orgánica al suelo en diferentes cultivos sin un resultado definitivo de este estudio.

No obstante dadas las características físicas y químicas de esta corteza se propone el estudio de un proyecto para la compactación de la corteza y la obtención de briquetas con destino a su uso como bio-combustible.

### **3.2.2 Antecedentes del proyecto para la producción de briquetas de corteza agotada.**

En el año 2010 a partir de comenzar la producción de concentrado acuoso de Manguífera indica se alcanzan valores de alrededor de 15000 litros mensuales de dicho producto para el suministro estable como materia prima fundamental de la planta de Vimang que se localiza en la provincia La Habana.

Motivado por la alta demanda de este concentrado y de los productos que de él se derivan como cremas, jarabes, tabletas y otros, se decide por la dirección del Grupo Empresarial Labiofam la implementación de un proyecto que permita la producción mensual de 60000 litros de concentrado acuoso , representando esto el cuádruple de la capacidad actual.

Esto incrementa considerablemente los volúmenes de corteza agotada y obliga por tanto a la búsqueda de inmediato de una solución para el destino final de la misma.

### 3.2.3 Situación del mercado y comercialización de las briquetas.

Según reportes de UNIFEI, la producción mundial de biocombustibles en el año 2007 fue de 46.5 millones de toneladas. El 86% correspondió a bioetanol y el 14% a biodiesel (ROMANO 2008), es decir, cerca del 2% del combustible utilizado en el sector de transporte en este año. En la figura 2 se ilustra la distribución por países del consumo de biocombustibles (HORTA 2006).

La producción de bioetanol en 2007, se concentró en 57 países, siendo los principales productores Estados Unidos (46%), Brasil (42%), Europa (4%), y China (3%). Las principales materias primas fueron caña de azúcar, maíz, trigo y cebada. Esto representó el 6.5% de la producción de cereales a nivel mundial (CASTILLO 2008).

En Cuba, las principales fuentes renovables de energía en explotación se encuentran concentradas en la biomasa (bagazo, leñas combustibles y el biogás) (96,42%), seguido por la energía hidroeléctrica (3,22%), y en menores proporciones la energía solar (0,24 %) y la energía eólica (0,12%), respectivamente. La cantidad total de energía renovable estimada de la biomasa, la hidroenergía, la solar y la eólica presenta un valor de 187 882 t equivalentes, lo cual es casi el 5 % de la producción cubana de petróleo crudo en el 2006.

La demanda potencial determinada para el consumo de las briquetas de corteza agotada alcanza las 7000 tm, encontrándose entre sus principales consumidores:

- 1- Ministerio de la Agricultura (comedores obreros).
- 2- Ministerio del Turismo (parrilladas).
- 3- Ministerio de Educación (comedores escolares).

Al realizar la investigación se determina que los valores de la producción total de las briquetas puede satisfacer un 41.3 % de la demanda, por tanto concentramos los valores probables de ingresos en los fundamentales clientes.

### 3.2.4 Materias primas y suministros

La materia prima fundamental para el desarrollo del proyecto lo constituye la corteza agotada de Manguifera Indica la cual presenta un flujo de 16 ton/mes, que permite la obtención de 11 toneladas de briquetas en igual período.

Las briquetas obtenidas mantienen luego del proceso de prensado un valor de 2031 Kg/m<sup>3</sup> en su densidad lo cual beneficia ostensiblemente sus propiedades combustibles.

### 3.2.5 Tecnología

Las primeras pruebas realizadas se ejecutaron con una compactadora utilizada en la fabricación de elementos de goma en el taller de producciones atípicas de la UEB.

En esta máquina se le aplicó a la corteza diferentes valores de presión para el proceso de compactación desde 185 bar hasta 231 bar estableciéndose los parámetros de operación para el sistema de compactación utilizado.

Tabla 3: Análisis realizados.

NUMERO DE MUESTRAS	PRESION (bar)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD(Kg/m <sup>3</sup> )
1	185	42.0	4068
2	197	38.2	3581
3	208	28.3	3207
4	220	21.1	2769
5	231	18.6	2031

Fuente: Elaboración propia.

Dicho sistema está compuesto por:

- 1- Tolva de almacenamiento y alimentación
- 2- Dosificador de aglutinante.
- 3- Motor compactador.
- 4- Recipiente receptor de briquetas.

Como se aprecia en la tabla anterior, los parámetros de densidad y humedad de las briquetas y la relación con la presión del embolo, de acuerdo con estudios realizados por Fundora. P, tecnológicamente no son efectivos ya que al tener en cuenta el tiempo de almacenamiento y condiciones de este no permite su manipulación y la combustión dado la alta humedad que presentan no es efectiva, así como la compactación pues como la corteza es sometida a maceración durante el proceso se deslignifica la corteza ya que la lignina presente en la corteza actuaría como aglutinante, por lo que en muy poco tiempo estas se destruyen no manteniendo la forma de briquetas.

### **3.2.6 Localización e impacto ambiental.**

El sistema para la producción de briquetas será instalado como parte del proceso de producción de concentrado acuoso a continuación del proceso de maceración de manera tal que evite la colocación de la corteza agotada en el suelo y aprovecha de manera eficiente todo el flujo generado, con el correspondiente beneficio desde la arista medioambiental que esto provoca.

### **3.2.7 Análisis económico –financiero.**

#### **3.2.7.1 El proceso de producción de Vimang.**

Considerando que la corteza agotada es un residuo y su valor es cero, a partir de que se decide comercializar dicho producto se asume como precio de la corteza \$ 0.28 kg

Producto	UM	Cantidad	Precio/ tonelada (CUP)
Corteza agotada	ton	16.0 ton/mes	280.00

Para dar cumplimiento a su planeación estratégica se plantea un incremento en la producción de Vimang en los próximos 5 años de la siguiente manera:

### 3.2.7.2 Análisis del costo de briquetas.

• Corteza agotada-----	1232.00
• Salario. -----	10.41
• Energía y combustible -----	3.48
<b>Costo producción:</b>	<b>1245.88</b>
<b>Intereses 10%:</b>	<b><u>124.6</u></b>
<b>Precio de Venta:</b>	<b>\$ <u>1370.48/ton de briquetas</u></b>

Nota: El costo unitario estimado de la briqueta es de \$ 0.298, partiendo del análisis que durante las 8 horas de jornada laboral, el operador producirá 1.8 toneladas de briquetas con una densidad entre 350-750kg/m<sup>3</sup>.

Tabla 4: Estimado de Producciones. U/M ton/Año

AÑO	CONCENTRADO VIMANG	CORTEZA AGOTADA	BRIQUETAS
2013	10.7	240.0	165.0
2014	17.0	381.3	262.14
2015	21.5	482.23	331.53
2016	38.0	852.31	585.96
2017	38.0	852.31	585.96

Fuente: Elaboración propia

Los niveles de ingreso que se esperan por el incremento están en correspondencia con los precios y comercialización señalados.

3.2.7.3 Análisis de los ingresos.

Tabla 5: Ingresos estimados

AÑO	PERIODO	BRIQUETAS(pesos)
2013	1	63590.4
2014	2	100915.2
2015	3	127872
2016	4	225331.2
2017	5	225331.2

Fuente: Elaboración propia

3.2.7.4 Costos de la operación.

DESCRIPCION	PRIMER AÑO	AÑOS DEL 2 AL 4
<b>COSTOS DIRECTOS</b>		
MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES CORTEZA AGOTADA	46.2	138.6
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>46.2</b>	<b>138.6</b>
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>		
OBREROS	0.2	0.6
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>0.2</b>	<b>0.6</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>46.4</b>	<b>139.2</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>		
SALARIOS INDIRECTOS	0	0
GASTOS INDIRECTOS	0.1	0.3
<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>
<b>GASTOS DE OPERACION</b>	<b>46.5</b>	<b>139.5</b>

Tabla 6: Análisis del costo de la operación

U/ M. mp

Fuente: Elaboración propia

3.2.7.5 Capital de trabajo.

Tabla 7: Análisis Capital de trabajo

U/M mp.

DEBE	HABER	DIAS	IMPORTE
Cuentas por cobrar		0	0
	Materia prima	30	12.4
	Materiales	0	0
	Producción Proceso	30	30.6
	Producción Term.	30	30.6
<b>Efectivo en caja</b>		0	0
<b>Total activo circulante</b>		0	0
<b>Cuentas por pagar</b>		30	-12.4
<b>TOTAL</b>			<b>73.6</b>

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.7.6 Costo de producción total.

Tabla 8: Análisis Costo producción total.

U/M mp.

AÑOS	COSTO DE OPERACION	DEPRECIACION	INTERESES	TOTAL
2013	46.5	1,1	0	47.6
2014	73.4	1,8	0	75.2
2015	92.8	2,3	0	95.1
2016	164.1	4,1	0	168.2
2017	164.1	0	0	164.1

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.7.7 Utilidades netas.

Tabla 9: Análisis utilidades netas.

U/M mp.

AÑOS	INGRESOS	COSTO TOTAL	UTILIDAD BRUTA	IMPUESTO	UTILIDAD NETA
2013	63.6	47.6	16.0	5.6	10.4
2014	100.9	75.2	25.7	9.0	16.7
2015	127.9	95.1	32.8	11.48	21.3
2016	225.3	168.2	57.1	20.0	37.1
2017	225.3	164.1	61.2	21.42	39.8

Fuente: Elaboración propia.

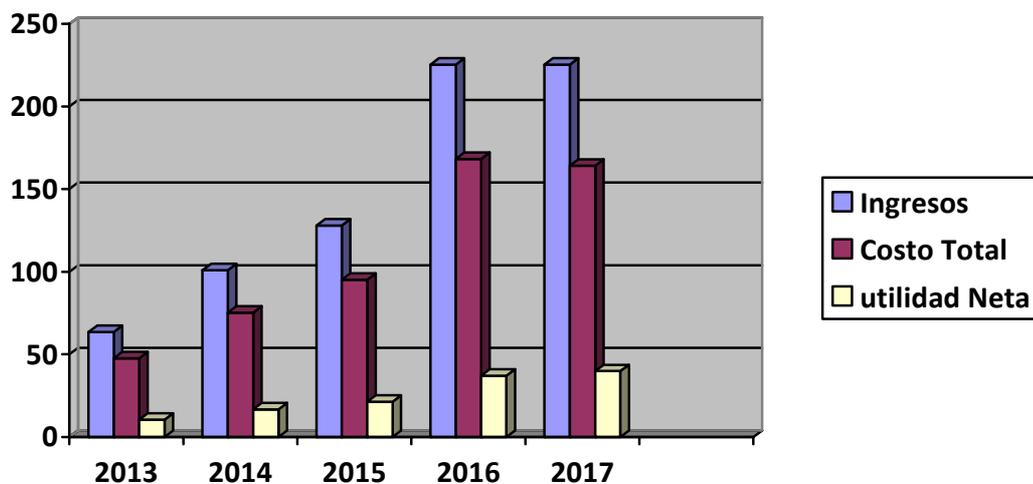


Gráfico 2: Relación ingresos, costo total, utilidades. Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia con claridad las utilidades que propicia el análisis económico.

### 3.2.7.8 Cálculos del VAN y la TIR.

El VAN del proyecto es de 70301.98 pesos y la TIR asciende al 18 %, es decir, bastante superior a la tasa de descuento del 10 %, por lo que se demuestra que el proyecto resulta atractivo según estos dos criterios.

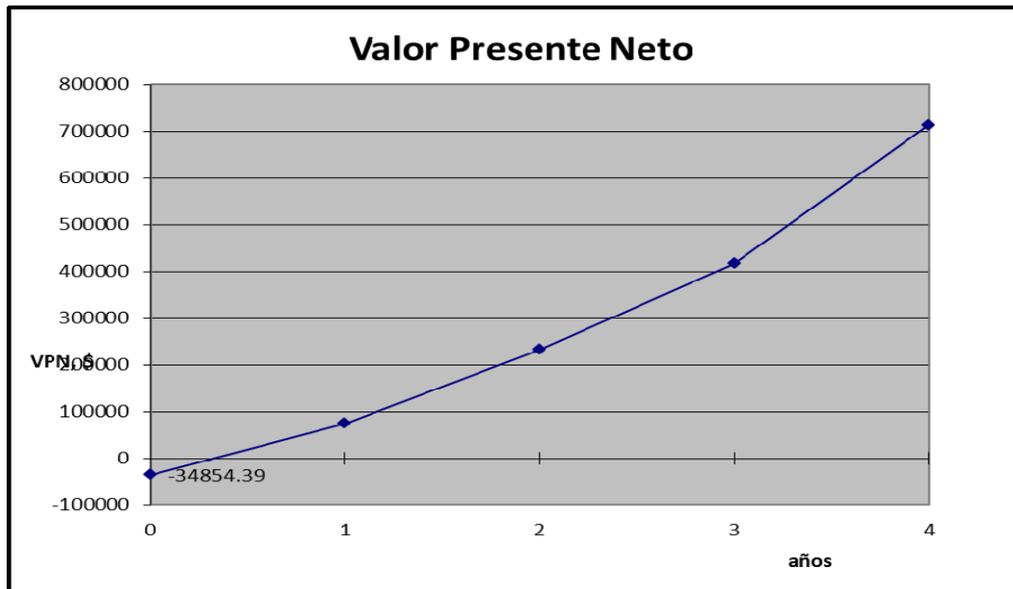


Gráfico 3: Representación grafica del VAN. Elaboración propia.

Con la aplicación de la metodología para la determinación de la factibilidad técnico económica de la corteza de Manguifera Índica agotada en los diferentes procesos de la UEB Glucosa Cienfuegos, Nos permitió identificar un potencial en la gestión de residuos del proceso industrial asociada a la densificación de la corteza agotada y su posible uso como bio-combustible en diferentes procesos y sectores de la sociedad.

Fue aplicado un conjunto de instrumentos, métodos y técnicas que al emplearse de manera integrada permitió definir respuestas en cuanto a la forma de integración de los procesos. Empleándose herramientas tales como: técnicas de mapeo de procesos, diagramas, estudio de factibilidad, evaluaciones financieras, así como otras vías documentales y

consulta bibliográfica donde se valoró diferentes puntos de vistas sobre el tema en cuestión.

La aplicación de la metodología muestra un proyecto económicamente factible desde el punto de vista económico con un valor de TIR superior al 15 % y un Valor Actual Neto de \$ 70 301.98, valor positivo y de rápida recuperación no siendo así en la arista tecnológica motivada por las especificaciones físicas, químicas y combustibles de la materia prima no apta para densificar en las condiciones actuales de trabajo. Se recomienda su utilización sin densificar como bio-combustible y otras utilidades en el sector agrícola, con una notable disminución del impacto ambiental.

## CONCLUSIONES.

1. La aplicación de la Metodología de estudio de factibilidad técnico-económica, al uso de la corteza agotada de Manguifera Índica L., permite un análisis integral de la gestión de residuos en el proceso tecnológico de producción de concentrado acuoso(Vimang) en la UEB Glucosa Cienfuegos.
2. La utilización de la corteza agotada de Manguifera Índica L. en forma de briquetas, para su uso como bio-combustible es económicamente factible, pero tecnológicamente inviable para las condiciones actuales de trabajo de la UEB Glucosa Cienfuegos.
3. El uso de la corteza agotada de Manguifera Índica L. en su estado natural en otros sectores y servicios de la sociedad, constituye una medida de fuerte impacto en la disminución de las afectaciones al medio ambiente de los procesos industriales.
4. La investigación realizada demostró que el proyecto para el uso como biocombustible de la corteza de Manguifera Índica agotada es económicamente factible, con un valor de la TIR superior al 15 % y un Valor Actual Neto (VAN) de \$ 70 301.98, valor este, positivo y de rápida recuperación, no siendo así en la arista tecnológica, motivado por las especificaciones físicas, químicas y combustibles de la materia prima, no apta para densificar en las condiciones actuales de trabajo.

## RECOMENDACIONES.

1. Continuar los estudios de investigación para la utilización de La corteza agotada como bio-combustible y otros destinos.
2. Aplicar los resultados de la investigación para hacer viable la combustión de la corteza agotada en la cocción de alimentos en la UEB Glucosa, Cienfuegos, desde sus potenciales impactos económicos y ambientales.

**BIBLIOGRAFÍA.**

- B.E., L. (2008a.). Valoración Integral de la Problemática de Producción de Biocombustibles en América Latina. *Memorias de Taller CYTED: Caracterización del Potencial de biocombustibles por países y regiones.* , Universidad de Las Villas. Cuba. Enero del 2008.
- Castillo V., S. (2008). Alimentación o Energía. Una nueva manifestación de la dinámica norte sur. *Universidad de Castilla la Mancha España. Memorias del X Encuentro Globalización y Problemas del Desarrollo, La Habana.*(Marzo. 2008).
- colaboradores, O. K. y. (2008.). Perspectivas para el desarrollo sostenible de los combustibles líquidos en Colombia. . *Memorias de Taller CYTED: Caracterización del Potencial de biocombustibles por países y regiones.* , Universidad de Las Villas. Cuba. Enero 2008.
- CONAE. (2007). Eficiencia Energética y Costos Económicos de la Producción de Biocombustibles. . *Comisión Nacional para el uso eficiente de la Energía, Informe Técnico. México. Mayo 2007. Instituto de Ingeniería Rural. Aspectos tecnológicos de la producción de biocombustibles.*
- Fundora Beltrán, P. (2003). Estudio de la densificación de la paja de caña sin preparación previa con tecnología hidráulica para el perfeccionamiento de su proceso tecnológico. *Tesis. Para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Cienfuegos, Cuba.*
- Granada Álvarez, E. (1999.). "Estudio de la influencia de los parámetros humedad, temperatura y presión en el proceso de densificación, mediante autoaglomeración, de biomasa lignocelulósica residual". *Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Minas.* , Universidad de Vigo, España. Tutores: Dr. Luis Ortiz Torres y Dr. Manuel Eusebio Vázquez Alfaya.
- Jorge Torres, J. C. Estudio del proceso de alimentación o carga de briqueteadoras hidráulicas y su influencia en la selección del sistema hidráulico apropiado., *Tesis para optar por el grado científico de Master en Ciencias Técnicas. Cienfuegos, Cuba, 2005.*
- Lázaro, P. C. (2006.). El mercado internacional del azúcar. Coyuntura y pronósticos de precios., *Revista ATAC junio 2006, Cuba.*
- Marcos Martin, F. ((2000). ). "Biocombustibles sólidos de origen forestal". *AEONOR, Madrid. ISBN: 84-8143-272-5.*
- Neblas Armas, F. y. o. (1986). Caracterización de la paja de caña como combustible. *Centro Azúcar (Santa Clara):/s.a/(s.n.).*
- Peter, B. (2007). Este es el momento del etanol. . *Entrevista Revista ATAC, Junio 2007 Cuba.*(Secretario Ejecutivo de la Organización Mundial del Azúcar).
- Quiles. Ernesto. (2008.). Panel "Agrocombustibles: ¿Contribución al desarrollo o aberración de lucro?". *CID Memorias del X Encuentro de Globalización y Problemas del desarrollo. La Habana, Cuba.*

Romano Daniela. Silvia. (2008. ). Potencial de los biocombustibles en Argentina. .  
*Memorias de Taller CYTED: Caracterización del Potencial de  
biocombustibles por países y regiones., Universidad de Las Villas. Cuba.*

Sebastián Nogués, F. ((2004). ). "Perspectiva global de la biomasa. Definiciones".  
*Fundación CIRCE Universidad de Zaragoza.*

Valero Delgado, A. ((2003). ). "Protocolo de Kioto". . *Fundación CIRCE  
Universidad de Zaragoza.*

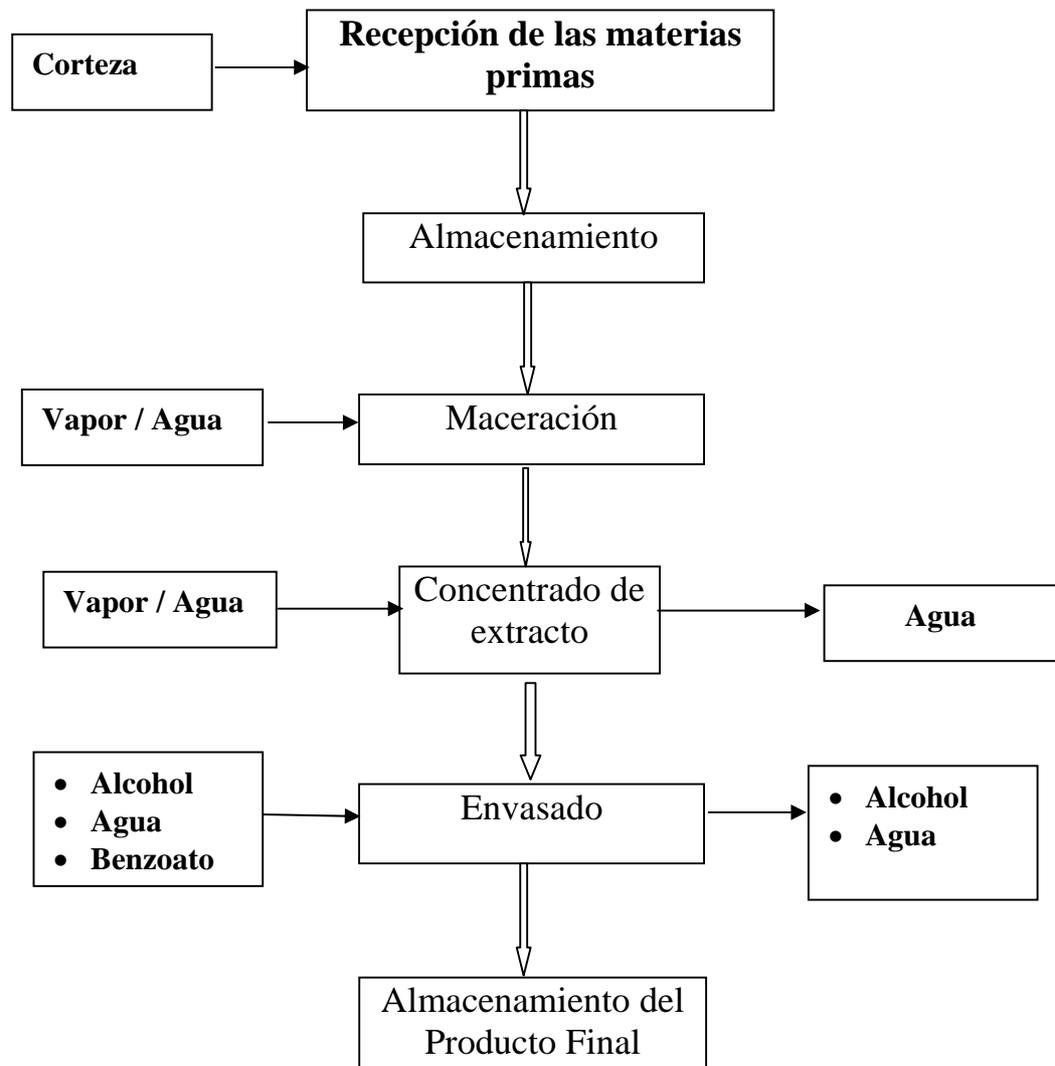
Verdecia Torres, D. (2002.). Estudio técnico de la combustión de las briquetas  
cilíndricas de biomasa cañera. . *Tesis para optar por el grado científico de  
Master en Ciencias Técnicas. Cienfuegos, Cuba.*

Anexo 1.

**DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO SOBRE LA CORTEZA AGOTADA.** (Elaboracion propia).



## Anexo 2.

DIAGRAMA DE FLUJO TECNOLÓGICO  
VIMANG.

Fuente: Unidad de Fabrica, UEB Glucosa.

## Anexo 3.

<b>PROYECTO DE LA BRIQUETEADORA HIDRAULICA</b>						
<b>Datos iniciales</b>						
Ingresos (I), \$		63590.4	100915.2	127872	225331.2	225331.2
Gastos (G), \$		49036	77818	98605	173758	173758
Costo inversión (K <sub>0</sub> ), USD	34854.39					
Tasa de descuento (r), %		5	5	5	5	5
Tasa de inflación (f), %		3	3	3	3	3
Margen de riesgo, %		2	2	2	2	2
Tasa de impuestos (t), %		35	35	35	35	35
Vida útil (período de evaluación), años		5	5	5	5	5
<b>Resultados</b>						
Año	0	1	2	3	4	5
Depreciación (Dep), USD		6970.878	6970.878	6970.878	6970.878	0
Flujo de caja (F <sub>c</sub> ), USD		11900.17	17452.99	21463.36	35962.39	33522.58
Tasa de descuento real (R)		0.019417	0.019417	0.019417	0.019417	0.019417
Tasa de descuento real con margen (D)		0.039417	0.039417	0.039417	0.039417	0.039417
Factor de descuento		0.962077	0.925593	0.890492	0.856722	0.824233
Flujo de caja descontado (F <sub>d</sub> ), USD		11448.88	16154.36	19112.95	30809.77	27630.41
Flujo descontado acumulado (F <sub>da</sub> ), USD	-34854.39	-23405.5	-7251.15	11861.8	42671.57	70301.98
<b>VPN, USD</b>						<b>70301.98</b>
<b>TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)</b>	<b>18%</b>					

Fuente: Elaboración propia.