



Universidad Autónoma Chapingo

División de Ciencias Económico-Administrativas

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS
RECURSOS NATURALES**

TESIS DE GRADO

**“SIMULACIÓN Y PROYECTO DE INVERSIÓN PARA
PRODUCCIÓN DE ETANOL, A PARTIR DE MIELES DE CAÑA
DE AZÚCAR”**

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:

MIGUEL MONTES CASTAÑEDA

CHAPINGO, MÉX. DICIEMBRE DEL 2013



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
PTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

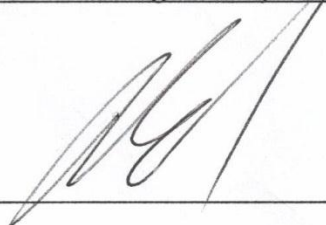


Simulación y proyecto de inversión para producción de etanol, a partir de mieles de caña de azúcar.

Tesis realizada por **Miguel Montes Castañeda** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN Economía Agrícola y de los Recursos Naturales

DIRECTOR:



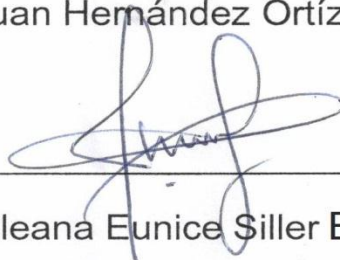
Dr. Miguel Ángel Martínez Damián

ASESOR:



Dr. Juan Hernández Ortiz

ASESOR



Dra. Ileana Eunice Siller Bedoya

Chapingo, Texcoco, Estado de México

Diciembre 2013

Agradecimientos

Se agradece el apoyo y financiamiento de CONACyT para la realización de este trabajo, durante el periodo de investigación 2011-2013. De la misma manera se agradece al Programa de Investigación de Postgrado de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), mediante el programa de la Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y Recursos Naturales –MCEARN-,

Se agradece inmensamente a la Universidad Autónoma Chapingo por ser un segundo hogar y un lugar de encuentro entre grandes amigos y colegas investigadores.

Al mundo de la academia y a la vida misma.

A todas las personas que han influido de cierta forma en mi formación y en mi persona,

A los amigos y la familia.

A todos ellos, mi profunda gratitud.

Biografía

Nombre: Miguel Montes Castañeda

Mail: mmontesc@yahoo.com.mx

Fecha y lugar de nacimiento: 19 de abril de 1989, Ciudad Guzmán, Jalisco

FORMACIÓN

Maestría en Economía Agrícola y Recursos Naturales Universidad Autónoma Chapingo (2011-2013).

Licenciatura en Economía Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo (2007-2011).

Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo (2004-2007).

EXPERIENCIA LABORAL

- 2010 Supervisión del programa, Seguro Popular Secretaria de Salud.
- 2010 a la fecha.- Asociación Rural de Productores As Rural A. C. Coordinador de Proyectos".
- 2011 Elaboración de proyectos productivos y comprobación FAPPA-PROMUSAG de SEDATU.
- 2012 Elaboración de proyectos productivos y comprobación FAPPA-PROMUSAG de SEDATU.
- 2012 Supervisión del componente CADENA de la SAGARPA.
- 2012 Elaboración de solicitud y ejecución del programa FORMAR de SEDATU.
- 2012 Elaboración de Solicitudes y comprobación FONAES 2012.
- 2012 Elaboración de solicitud, ejecución y comprobación de Foros, Talleres y Otros Eventos de Capacitación de FINANCIERA RURAL.
- 2012 Elaboración de Solicitudes de Unidades de Promoción de Crédito (UPC) de FINANCIERA RURAL.
- 2013 Elaboración de proyectos productivos FAPPA-PROMUSAG de SEDATU.
- 2013 Elaboración de solicitud y del programa FORMAR de SEDATU.
- 2013 Elaboración de Solicitud de Apoyo para la Integración de Proyectos de Organizaciones Sociales de SAGARPA.

SIMULACIÓN Y PROYECTO DE INVERSIÓN PARA PRODUCCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE MIELES DE CAÑA DE AZÚCAR.

SIMULATION AND INVESTMENT PROJECT FOR ETHANOL PRODUCTION FROM SUGAR MOLASSES.

Miguel Montes Castañeda¹ y Miguel A. Martínez Damián²

RESUMEN

La producción de Etanol a partir de caña de azúcar es la de más bajo costo y mayor rendimiento por hectárea utilizada siendo más competitiva que la producción a partir de maíz, sorgo, remolacha azucarera y otros.

Existen en México 58 ingenios azucareros, procesando la caña cosechada en 612 mil hectáreas y produciendo en torno de 5 millones de toneladas de azúcar por año. En el estado de Veracruz hay 22, de los cuales se han seleccionado 5 para ser proveedores de mieles en el proyecto simulado, basados en un modelo de redes de mínimo costo.

Se realizó un proyecto de inversión para una planta de destilación de etanol a partir de melaza con 85° Brix y un horizonte de 17 años, financiado al 55% con capital propio y 45% con un fondo de largo plazo de banca comercial.

Se hace una simulación de Montecarlo para el flujo de efectivo, los ingresos, costos, VAN y precios. A fin de conocer el comportamiento de dichos valores según funciones de distribución y calcular la probabilidad de éxito del proyecto, así como identificar los factores de más riesgo.

ABSTRACT

Ethanol Production from sugarcane has the lowest cost and highest yield per hectare used, being more competitive than production from corn, sorghum, sugar beet and others.

There are in Mexico 58 sugar mills, processing cane harvested on 612,000 hectares, producing around 5 million tons of sugar per year. In the state of Veracruz there are 22, of which five have been selected to be suppliers of molasses in the simulated project, based on a network model of minimal cost.

An investment project was performed for a distillation plant of ethanol from molasses at 85° Brix and a horizon of 17 years, funded with 55% equity and 45% with long term fund by commercial banking.

Monte Carlo simulation made for cash flow, revenues, costs, NPV, and prices. In order to understand the behavior of such values as functions of distribution and calculating the probability of project success, and to identify risk factors.

Palabras clave: caña de azúcar, etanol, melaza, proyecto de inversión, modelo de redes, simulación de Montecarlo.

Key words: Sugar cane, ethanol, molasses, investment project, network model, Monte Carlo simulation.

1 Tesista

2 Director

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	9
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.3 OBJETIVOS	11
1.4 HIPÓTESIS.....	11
CAPITULO 2. EL USO DE ETANOL COMO COMBUSTIBLE.....	11
2.1 LA GASOLINA Y EL ETANOL COMO COMBUSTIBLE.....	12
2.2 MOTORES FLEX-FUEL, EL FUTURO DE LOS AUTOMÓVILES DE COMBUSTIÓN.....	14
2.3 EL ETANOL EN LOS MOTORES DIESEL.....	15
CAPITULO 3. PANORAMA MUNDIAL DE LA PRODUCCION DE ETANOL.....	16
3.1 EL MERCADO MUNDIAL DE AZÚCAR Y SU RELACIÓN CON EL MERCADO DEL ETANOL.....	18
3.2 PRECIOS DE PARIDAD ETANOL- AZÚCAR.....	20
CAPITULO 4. LA PRODUCCIÓN AZUCARERA EN MÉXICO.....	22
CAPITULO 5. METODOLOGIA.....	24
5.1 PROYECTOS DE INVERSIÓN	24
5.1.1 Presupuesto de Inversión.....	25
5.1.2 Costos	25
5.1.3 Ingresos	25
5.1.4 Estados Financieros.....	26
5.1.5 Indicadores para la evaluación económica de un proyecto.....	27
5.2 SIMULACIÓN DE MONTE CARLO EN PROYECTOS.	27
5.3 PROGRAMACIÓN LINEAL (MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE TRANSPORTE).....	28
5.3.1 El modelo de Minimización	28
CAPITULO 6. EL MODELO DE TRANSPORTE PARA ETANOL EN VERACRUZ.	29
CAPITULO 7. EL PROYECTO DE INVERSIÓN	33
7.1 PRODUCCIÓN.....	33
7.2 PRECIOS Y VENTAS	35
7.3 INVERSIÓN	36
7.4 COSTOS	39

7.5 INGRESOS	41
7.6 CREDITO	42
7.7 ESTADO DE RESULTADOS.....	43
7.8 FLUJO DE EFECTIVO.....	44
7.9 PUNTO DE EQUILIBRIO.....	45
7.10 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD	46
7.11 VALORACIÓN DE INVERSIONES.....	47
CAPÍTULO 8. LA SIMULACIÓN DE MONTECARLO.....	48
CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los ingenios azucareros de México.....	23
Figura 2. Ubicación de los ingenios azucareros de Veracruz.....	32

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Azúcar producido en México por Estados, zafra 2012-2013.....	24
Grafica 2. Precios del etanol 1983-2013.....	36
Grafica 3. Distribución del VAN.....	49
Grafica 4. Distribución de los ingresos.....	50
Grafica 5. Distribución de los costos.....	51
Grafica 6. Distribución del flujo de efectivo.....	51
Grafica 7. Distribución de los precios.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parque vehicular de motores Flex.....	16
Tabla 2. Producción mundial de etanol.....	17
Tabla 3. Exportaciones mundiales de etanol.....	18
Tabla 4. Consumo mundial de etanol.....	18
Tabla 5. Producción mundial de caña de azúcar 2012.....	19
Tabla 6. Principales países exportadores de azúcar zafra 2012-2013.....	20

Simulación y proyecto de inversión para producción de etanol, a partir de mieles de caña de azúcar

Tabla 7. Principales países importadores de azúcar zafra 2012-2013.....	20
Tabla 8. Ingenios del Estado de Veracruz por municipio.....	31
Tabla 9. Matriz de costos de transporte.....	33
Tabla 10. Producción planta de destilación de etanol.....	35
Tabla 11. Inversión inicial del proyecto.....	38
Tabla 12. Costos del proyecto de inversión.....	40
Tabla 13. Ingresos por ventas.....	42
Tabla 14. Amortización del crédito.....	43
Tabla 15. Costos de depreciación.....	44
Tabla 16. Cálculo del valor de rescate.....	45
Tabla 17. Flujo de efectivo.....	46
Tabla 18. Punto de equilibrio.....	47
Tabla 19. Análisis de rentabilidad.....	46

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Cada día cobra más importancia e interés la obtención de energía a partir de materias renovables. Esto debido a que el petróleo, carbón mineral, gas natural y sus derivados que representan el 55 % del consumo mundial de energía¹ en es una fuente finita y no durara más allá de unas décadas. Par el caso de México las reservas probadas de petróleo se agotaran en 11 años² Y la producción de energía proveniente de los materiales mencionados representa el 86% del consumo³

¿Cómo será posible entonces mantener los medios de transporte, la producción de alimentos y la actividad industrial que tenemos hoy en día?

La respuesta es simple, se deben encontrar materiales sustitutos que sean renovables y su aprovechamiento sustentable. Algunos de ellos son los llamados biocombustibles que pueden ser solidos (paja, leña, aserrín, carbón vegetal, por ejemplo), líquidos (aceites, alcoholes, entre otros) o gaseosos (los biogases).

Fue seleccionado el etanol porque es un excelente sustituto para la gasolina y es el principal biocombustible usado en automóviles en el mundo.

Al día de hoy en Brasil el etanol de caña de azúcar sustituye la mitad de la gasolina que sería consumida, y su costo es competitivo⁴.

La presente investigación evaluara ex-ante un proyecto de inversión para la producción de etanol de caña de azúcar en el Estado de Veracruz, México. A través de tres metodologías, con el fin de conocer su viabilidad económica:

- Proyectos de inversión (VAN, TIR, BC, CAPM,WACC)
- Programación matemática (Redes de mínimo costo)
- Simulación de Montecarlo.

Para definir las variables de las metodologías mencionadas se utilizaran datos de SIACON del 2000 al 2012 sobre producción promedio de caña, tamaño del molino principal, toneladas de azúcar producidas entre otras.

Para definir la posible ubicación del proyecto se utilizara un modelo de programación matemática donde se incluyen variables de cantidad producida, frecuencias de transporte y distancias, a fin minimizar los costos de transporte. En el estado de Veracruz existen 22 ingenios azucareros que producen la tercera parte de todo el azúcar del país, es el estado con mayor capacidad en la producción de etanol de caña.

¹ BNDES y CGEE. "Bioetanol de caña de azúcar, energía para el desarrollo sustentable". Brasil 2008.

² INEGI. "Cuéntame de economía, el petróleo". 2006

<http://cuentame.inegi.gob.mx/economia/petroleo/cuantohay.aspx?tema=E>

³ SENER, Energías renovables para el desarrollo sustentable en México. 2006 pág. 35.

⁴ BNDES y CGEE. "Bioetanol de caña de azúcar, energía para el desarrollo sustentable". Brasil 2008.

1.1 JUSTIFICACIÓN

Existe una oportunidad importante para que México emprenda la producción de etanol a gran escala. Basado en la experiencia internacional, un programa de etanol como combustible puede ser ideado como parte de una transición hacia sistemas de transporte sustentables. No se espera que el combustible etanol desplace completamente a la gasolina del mercado en ningún momento. Por el contrario, el etanol puede alargar los recursos petrolíferos logrando una moderada cuota de mercado y ahorrando gasolina para el futuro.

El equipamiento para la fabricación de etanol y la generación combinada de calor y electricidad, en el caso del bagazo de caña, podría crear empleos de calidad y fortaleciendo la industria.

Todo programa de etanol puesto en marcha en el mundo fue lanzado con el apoyo de incentivos financieros y de todo tipo, inclusive mandatos y los contratos de compra resultantes; impuestos diferenciales del etanol para ser mezclado con gasolina para nivelar los costos del etanol y de la gasolina en la mezcla distribuida a través de la red de venta y otros. Esto tendría como resultado a corto plazo pérdidas para el Erario, que podrían ser compensadas a través de fondos que deberían establecerse en la implementación de la legislación mexicana sobre biocombustibles y energías alternativas.

México se beneficiaría de la introducción del etanol como combustible de muchas formas: creación de empleo, desarrollo de la economía rural, ampliación de las infraestructuras sociales en zonas rurales, mejora de la seguridad energética, conservación de los recursos petrolíferos, mejor gestión del agua, ahorro en los intercambios exteriores, motivación de la comunidad científica y tecnológica, incentivos a la industria de bienes de producción, mejora del medio ambiente local y global.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hace unos 30.000 años, el hombre comenzó a dominar el fuego que permitió la calefacción, el comienzo de la cocción de los alimentos y marco los inicios de la metalurgia. Hace 10.000 años, con la aparición de la ganadería y la agricultura, empezaron a usarse animales para la tracción de arados. La utilización de la energía aportada por animales fue extendiéndose al transporte, la molienda de granos o las bombas para impulsar agua.

Otra etapa de aprovechamiento de la energía es el desarrollo de los molinos. Movido por corrientes o caídas de agua y, luego, la navegación por el viento. Las máquinas de vapor en el siglo XVII que utilizaba como combustible el carbón mineral.

Los motores de combustión interna a base del petróleo como la fuente energética que marco toda una época en la economía mundial y que es la que prevalece hasta nuestros días. Es necesario destacar que existen otras fuentes de energía que aunque han sido utilizadas en la actualidad como la nuclear, eliminada para el 2022 según el plan de desarrollo alemán, el desastre de Japón, Shernoville, entre otros marcan la pauta para la eliminación de este tipo de energía en los países.

En México, no obstante el gran potencial de ER con que cuenta, de 1993 al 2003 los hidrocarburos mantuvieron la mayor participación en la oferta interna bruta de energía primaria, mientras que la contribución de las ER fue marginal, empleándose principalmente para calefacción y para la generación de electricidad. En México y en el mundo las fuentes de energía provenientes de combustibles fósiles se están agotando y es necesario buscar fuentes de energía alterna.

Para la producción de biocombustibles, México tienen posibilidades de producir bioetanol con base en maderas, granos y caña de azúcar.

En el caso de las maderas el manejo de los bosques y el aprovechamiento de los residuos de los aserraderos debe ser eficiente y sostenible en el tiempo, este puede ser un gran problema debido a que los periodos de aprovechamiento de los bosques son de al menos 20 años, el bosque tiene usos de esparcimiento, calefacción y aprovechamiento de maderas para la construcción, mercados más valorizados que el aprovechamiento para generación de etanol.

Hay una gran discusión en México sobre el aprovechamiento de los granos con fines energéticos, debido a que son base esencial de la alimentación, además de que no existen los excedentes suficientes que permitan dicho aprovechamiento -En Estados Unidos se tienen excedentes de maíz amarillo, y Francia de trigo- la falta de estos hace que compita la producción de etanol con la industria alimenticia del pan y la tortilla, incluso con la producción de carne (en el caso del sorgo), razón por la que se considera inviable esta alternativa.

El etanol de caña de azúcar es la opción más viable de aprovechamiento por las siguientes razones:

- La caña de azúcar es el colector viviente más eficiente de energía solar del mundo. Almacenando esta energía en una enorme cantidad de biomasa en la forma de fibra y azúcares fermentables (FAO 1987).
- Al reemplazar el 22% de gasolina con etanol, se encuentra cerca del punto óptimo de utilización por razones ecológicas, pero aun reemplazando solo el 10% se reducen las emisiones de monóxido de carbono en por lo menos 25% y también significativamente las partículas orgánicas volátiles.

- Al considerar un 10% de etanol de gasolina, los fabricantes de automóviles no tienen que modificar sus motores ni utilizar un chip de computadora diferente que regule el control de la mezcla de aire- combustible⁵.
- Se fortalecería la industria azucarera nacional.

La presente tesis, tiene la finalidad de desarrollar un proyecto de inversión para el sector azucarero de Veracruz y conocer la viabilidad de este tipo de inversiones.

1.3 OBJETIVOS

General

- Generar una propuesta de negocio para producción de etanol a partir de miel 85° Brix de caña de azúcar en el Estado de Veracruz.

Específicos

- Hacer un proyecto de inversión con simulación de Montecarlo, para la instalación de una planta destiladora de etanol.
- Proponer un negocio que incremente las ganancias de los agricultores que venden a los ingenios azucareros.
- Contribuir con la generación de proyectos de energías alternativas, que ayuden a contrarrestar el cambio climático.

1.4 HIPÓTESIS

La producción de Etanol como biocombustible a partir de melaza derivada de la caña de azúcar es un negocio en Veracruz, México.

CAPITULO 2. EL USO DE ETANOL COMO COMBUSTIBLE.

A mediados del siglo XIX los biocombustibles representaban una fuente de energía preferencial para los motores de combustión interna. Tal es el caso del automóvil movido por etanol (Ford modelo A) que creó Henry Ford en 1896, y los motores movidos por aceites vegetales de Rudolf Diesel. Esos dos productos fueron sustituidos por la gasolina y por el aceite diesel (mejor conocido actualmente como diesel) derivados del petróleo

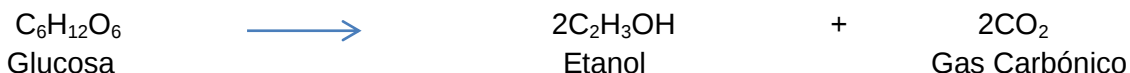
⁵ José Luis Venegas Carrillo. Etanol de Caña en México, posibilidades de uso como combustible. 1999

que para principios del siglo XX eran abundantes y baratos, situación que comienza a revertirse y es la razón por la que surge de nuevo la necesidad de buscar combustibles alternos, en este caso los biocombustibles.

El etanol puede ser obtenido a partir de maíz, caña de azúcar, celulosa y otras materias primas. En este capítulo nos referiremos únicamente a la generación de etanol a partir de caña de azúcar que ha sido la materia prima seleccionada como más viable.

Potencialmente, toda materia prima que encierra en su composición el elemento carbono es apta para ser convertida en alcohol, estas se dividen en 2 tipos: directamente fermentables e indirectamente fermentables.

Las materias primas directamente fermentables encierran en su composición azúcares como la glucosa y la fructuosa, las cuales al entrar en contacto directo con el agente de transformación (las levaduras), se desdoblan en alcohol y gas carbónico. Ecuación estequiométrica definida por Gay Lussac:



Con respecto a las materias primas indirectamente fermentables, existen dos subgrupos que encierran en su composición azúcares del tipo oligosacárido (sacarosa) y polisacárido como el almidón y la celulosa. Según Germek (1989) Las ecuaciones estequiométricas son:



*= fenómeno de inversión.

**= proceso de fermentación

2.1 LA GASOLINA Y EL ETANOL COMO COMBUSTIBLE.

La principal diferencia que tiene el etanol con los combustibles convencionales derivados del petróleo es el elevado contenido de oxígeno que constituye cerca del 35% del compuesto. Razón por la que la combustión es más limpia y el desempeño del motor es mejor, lo que disminuye las emisiones contaminantes aun cuando solo se usa como aditivo en la gasolina. El rendimiento energético del etanol comparado con la gasolina es de 0.66 litros de gasolina por litro de etanol. Es decir que el precio del etanol deberá ser siempre más bajo que el de la gasolina.

El etanol como combustible tiene 2 presentaciones básicas según el tipo de utilización que se le dé:

- **Etanol Hidratado:** conocido también como etanol puro o alcohol del 96, se obtiene con un proceso de destilación que arroja una consistencia de 96° de alcohol y 4° de agua. Se utiliza para motores únicamente de etanol, sin mezcla con gasolina.
- **Etanol Anhidro:** al etanol hidratado se elimina el contenido de agua que tiene por medio de un proceso de deshidratación. Con el fin de tener alcohol al 100 % (sin porcentaje de agua). Este tipo de etanol se usa para mezclarlo con gasolina como aditivo. En el caso de Brasil a razón del 20-25% de etanol por litro de gasolina.

OCTANAJE

El octanaje es la medida de resistencia de un combustible en la detonación, en otras palabras es la explosividad de dicho combustible, cuanto mayor es el octanaje será mayor la explosividad y la aceleración.

El etanol es un excelente aditivo y mejora sustancialmente el octanaje de la gasolina, cuanto más bajo es el octanaje de la gasolina mayor es el efecto positivo del etanol.

VOLATILIDAD

La volatilidad de un combustible se refiere a la cantidad de aire con la que es capaz de mezclarse el mismo, para generar la combustión. Mientras mayor sea la capacidad de evaporarse, mejor será el rendimiento del auto, de la volatilidad depende el arranque y la aceleración. La volatilidad de la gasolina se ve mermada por el contenido de etanol, lo que puede afectar el arranque del motor, sobre todo cuando este se encuentra frío.

DESEMPEÑO

En contenidos de hasta 10% de etanol por litro de gasolina, produce prácticamente los mismos efectos que un litro de gasolina pura, pero si mejora sustancialmente el desempeño del motor, en aceleración, aunque también este efecto aumenta el consumo de la gasolina.

En un contenido del 20-25% de alcohol el consumo del automóvil puede llegar a ser 20 o 30% mayor.

EMISIÓN DE GASES DE ESCAPE

Una gasolina común tiene mayores emisiones de monóxido de carbono (CO), Óxido de Azufre (SO), Hidrocarburos y otros compuestos contaminantes que una gasolina con etanol. La motivación principal para la adición de etanol a la gasolina tanto en Estados Unidos como en Brasil es la mejor calidad del aire asociada a la oxigenación promovida por el etanol.

Según Apace (2006), Una adopción del 10% de etanol en la gasolina permite que descendan 32% las emisiones de CO₂ en 12% las emisiones de hidrocarburos, y en 27% las emisiones de aromas desagradables, lo que en su totalidad reduce un 24% el riesgo de padecer cáncer.

2.2 MOTORES FLEX-FUEL, EL FUTURO DE LOS AUTOMÓVILES DE COMBUSTIÓN.

En el 2003 se comenzaron a comercializar en Brasil automóviles con motores flexibles (Flex-fuel) capaces de utilizar cualquier mezcla de gasolina y etanol en cualquier proporción, sin generar problemas de funcionamiento del automóvil. Esto significa que el conductor puede usar gasolina al 20-25% de alcohol, etanol hidratado al 100%, o cualquier mezcla entre los dos anteriores, permitiendo al automovilista elegir de acuerdo a su conveniencia que combustible o mezcla elegir.

Esta tecnología se encuentra disponible en muchos países del mundo, incluso México, sin embargo su adopción a la economía nacional solo se ha dado en Brasil, Estados Unidos y Suecia, donde existe un marco legal que norma y regula calidades de combustibles y especificaciones técnicas de los motores, siendo una la diferencia básica, el máximo contenido de alcohol que se permite a los automóviles. En el caso de Estados Unidos y Suecia se permite como máximo una mezcla de 85% alcohol y 15% gasolina (estándar E85). En el caso de Brasil el estándar es E20 a E100, lo que indica que como mínimo se consume el 20% de etanol. Pudiendo llegar has la sustitución completa es decir 100% etanol⁶.

Existen actualmente más de 60 modelos de automóviles que trabajan con este sistema, de marcas asiáticas, norteamericanas y europeas.

⁶ BNDES y CGEE. "Bioetanol de caña de azúcar, energía para el desarrollo sustentable". Brasil 2008.

Tabla 1. Parque vehicular de Motores Flex.

Característica	Brasil	Suecia	Estados Unidos
Tipo de vehículo flexible (etanol usado)	E20 a E100	E85	E85
Principal insumo para producir el etanol	Caña de azúcar	80% importado	Maíz
Total de vehículos Flex-fuel producidos/ vendidos	16.3 millones	228,522	10 millones
Vehículos Flex como % del total registrado	15.70%	4,1%	3,3%
Estaciones de abastecimiento de etanol	35,017	1,200	2,200

Fuente: Daniel Hessel Teich. “A consagração do carro Flex” (en portugués).

Para el caso de México no se ha definido ninguna estrategia por parte de las empresas automotrices respecto a los motores Flex- Fuel -a excepción de las marcas norteamericanas- ni normas regulatorias por parte del gobierno.

La recomendación en México debe ser normar la mezcla de etanol anhidro- gasolina a razón del 10%, conocido como E10, para que no se requiera ninguna modificación en los automóviles ya existentes y se pueda generar demanda de dicho biocombustible de manera directa⁷.

Países como Tailandia, China, Australia, y Colombia adoptaron el E10 como punto de partida para introducir el uso de etanol como combustible en sus mercados⁸.

2.3 EL ETANOL EN LOS MOTORES DIESEL

El uso de etanol en camiones y autobuses con motores de compresión (diesel) es poco atractivo porque se requiere agregar una serie de aditivos que reduzcan su octanaje y su poder lubricante, razón por la que los precios de la mezcla etanol-diesel no es competitiva. Además de elevarse el costo por litro debido a los aditivos que se requieren el consumo del camión o autobús aumentaría aproximadamente un 60% debido al poder calorífico del etanol.

⁷ BNDES y CGEE. “Bioetanol de caña de azúcar, energía para el desarrollo sustentable”. Brasil 2008.

⁸ Ibid.

Gracias a los efectos ambientales positivos que se generan con el uso del etanol en Estocolmo Suecia, se ha usado como aditivo el 5% de etanol por litro de diesel, para los camiones urbanos, llamados “Ethanol Bus”, lo que ha motivado el uso del etanol para transporte colectivo en otras metrópolis del mundo, conocido como el proyecto Best (Bioethanol for Sustainable Transport, 2008).

CAPITULO 3. PANORAMA MUNDIAL DE LA PRODUCCION DE ETANOL

Los mayores productores mundiales de etanol son, Brasil, Estados Unidos y la Unión Europea. La materia prima base para la elaboración del mismo etanol es distinta, en el caso de Brasil se utiliza Caña de Azúcar, En el caso de Estados Unidos maíz, y en el caso de la unión europea, trigo y remolacha azucarera principalmente.

A continuación se muestra la producción mundial de etanol, desde el año 1990 hasta el año 2010, donde se incluyen los principales países productores.

Tabla 2. Producción mundial de etanol.

	producción Mundial de Etanol (miles de toneladas)				
	1990	1995	2000	2006	2010
Brasil	12391	12700	10900	25196	26768
Estados Unidos	2216	2540	3999	5905	7359
Unión Europea	1144	1121	1002	1174	1293
India	1175	1434	1985	2290	2434
México	126	128	128	135	137
Resto del mundo	1339	1495	8235	14268	14017
Total	18391	19418	28249	50974	54018

Fuente: FAOSTAT, IBGE, USDA. 2013.

Como se muestra claramente en la tabla, Brasil es el mayor productor mundial, seguido por estados unidos y posteriormente la Unión Europea, Aunque puede apreciarse que a partir del año 1995 la producción de la India es Mayor que la de la Unión Europea.

En el caso de México la producción se ha mantenido constante en los 20 años analizados con una leve tendencia positiva. México es también el sexto mayor productor de azúcar en el mundo superado por Brasil, India, China, Tailandia y Pakistán.

Es necesario destacar que la producción de azúcar está íntimamente ligada con la producción de etanol y los precios de la misma afectan positiva o negativamente la producción de etanol.

Tabla 3. Exportaciones mundiales de etanol.

	Exportaciones mundiales de Etanol (miles de Toneladas)				
	1990	1995	2000	2006	2010
Brasil	30	256	182	229	277
Estados Unidos	648	909	414	333	295
Unión Europea	719	862	738	835	901
China	21	33	152	162	168
México	0.1	31	0	10	10
Otros	1190	3211	2343	2509	2649
Total	4598.1	7297	5829	6084	6310

Fuente: FAOSTAT, IBGE, USDA. 2013.

El principal exportador de Etanol es la Unión Europea seguido por los Estados Unidos, posteriormente están Brasil y China.

México no figura como un gran exportador, al contrario, importa alguna parte del consumo nacional debido a que la oferta interna no cubre por completo la necesidad de etanol, sobre todo para uso médico (alcohol del 96° o etanol puro) este se importa principalmente de Brasil y Estados Unidos⁹.

Podemos darnos cuenta de que aunque Brasil sea el mayor productor mundial, la gran mayoría del etanol que produce lo utiliza para consumo interno, sea como etanol puro o mezcla 20-25% de etanol anhidro con gasolina. El mercado interno de Estados Unidos, que es el segundo productor mundial, demanda también la mayoría de la producción interna de etanol sea para mezcla al 15% o puro. Como se muestra a continuación:

Tabla 4. Consumo mundial de Etanol.

	Consumo Mundial de Etanol (miles de toneladas)				
	1990	1995	2000	2006	2010
Brasil	12676	13575	10769	25192	26768
Estados Unidos	1974	2269	4211	6300	7857
Unión Europea	814	1009	879	969	1032
India	1152	1434	1916	2219	2360
México	134	146	255	266	285
Otros	1759	1440	1239	9754	11534
Total	18509	19873	19269	46706	51846

Fuente: FAOSTAT, IBGE, USDA. 2013.

⁹ Brazil's Ethanol Industry: Looking Forward, BIO-02, USDA 2011.

Existen países como Japón, Canadá y Suecia que son importadores netos del biocombustible, pero las cantidades que consumen no son significativas con respecto a los mayores consumidores del mundo, razón por la que no aparecen en la presente tabla. Estados Unidos y la unión Europea también son grandes importadores debido a que la producción interna no cubre las necesidades del biocombustible.

En el caso de México el consumo representa casi el doble de lo producido y dicho margen se cubre con importaciones. Un caso parecido al de México es el de Colombia, que introdujo la mezcla de gasolina con 10% de etanol y que la producción interna no cubre dicha demanda, razón por la que el país incremento sustancialmente sus importaciones de Etanol, sin embargo se prevé que la industria interna desarrolle su capacidad instalada para incrementar la producción y cubrir dicha demanda en los próximos 10 años.

3.1 EL MERCADO MUNDIAL DE AZÚCAR Y SU RELACIÓN CON EL MERCADO DEL ETANOL.

La producción azucarera está íntimamente ligada con la producción de etanol debido a que es la misma industria (ingenios azucareros) de la que provienen ambos productos, por los procesos químicos del propio proceso industrial.

Ante la crisis petrolera de los 70's en Brasil surge el programa PROALCOOL como el objetivo de disminuir las importaciones petroleras y por eso se estimula la producción de etanol. En América Central se intentó producir etanol debido no solo a los altos precios del petróleo sino también a los bajos precios del azúcar.

Cuando los precios del azúcar son favorables el incentivo para producir etanol es menor, y cuando los precios son bajos la producción de etanol se convierte en una alternativa importante para dichas industrias.

Tabla 5. Producción mundial de caña de azúcar 2012.

Producción mundial de Caña de azúcar (10 mayores productores)		
País	Producción (ton)	Producción (1000\$ Int)
Brasil	670757958	\$ 21,802,387.47
India	347870000	\$ 10,623,396.67
China, Continental	123460500	\$ 3,446,243.28
Tailandia	96500000	\$ 3,168,770.50
Pakistán	58038000	\$ 1,715,214.43
México	50946483	\$ 1,672,929.66
Filipinas	30000000	\$ 927,129.69
Estados Unidos	27900000	\$ 861,971.25
Indonesia	26341600	\$ 864,979.12
Australia	25957093	\$ 852,353.06

Fuente: FAOSTAT. 2012

Brasil es el mayor productor mundial de azúcar, y es también el mayor exportador, con aproximadamente el 40% del mercado. Seguido por Australia, Tailandia, Unión Europea y Cuba. Los mayores consumidores mundiales son la Unión Europea (EU-27), Rusia, Indonesia, Estados Unidos, Japón, Colombia entre otros.

Brasil es Principal exportador con 27 millones de toneladas, seguido por Tailandia con 8000 toneladas y Australia con 3100. México fue el cuarto mayor exportador con un millón setecientas mil toneladas como se muestra a continuación.

Tabla 6. Principales países exportadores de azúcar, zafra 2012-2013.

Países Exportadores (miles de toneladas)	
Brasil	27650
Tailandia	8000
Australia	3100
Guatemala	1640
México	1715
EU-27	1500
Colombia	820
Cuba	840
Emiratos Árabes	665
India	550
Total	56936

Fuente: USDA. Sugar World Markets and Trades 2013.

Los principales países importadores son EU-27 con 3.8 millones de toneladas, Indonesia con 3.565 y Estados Unidos con 2.633 millones de Toneladas.

Tabla 7. Principales países Importadores de azúcar, zafra 2012-2013.

Países Importadores (miles de Toneladas)	
EU-27	3800
Indonesia	3565
Estados Unidos	2633
Emiratos Árabes	2580
China	2800
Algeria	1942
Malasia	1850
Corea del Sur	1780
Irán	1703
Nigeria	1500
Bangladesh	1528
Total	49496

Fuente: USDA. Sugar World Markets and Trades 2013.

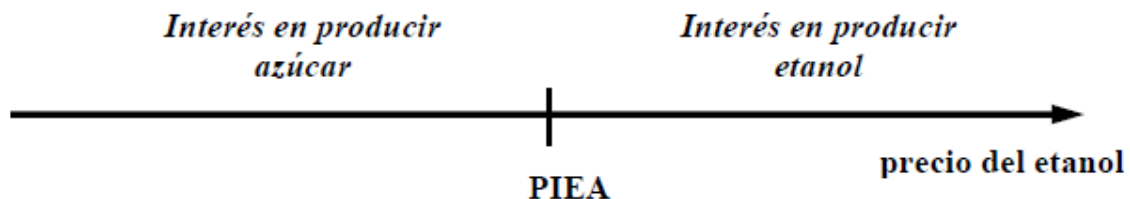
3.2 PRECIOS DE PARIDAD ETANOL- AZÚCAR.

Los precios de paridad o de indiferencia para el etanol combustible pueden ser definidos de acuerdo con el punto de vista que se considere. Para el consumidor, los precios de paridad son los precios que hacen los costos operacionales iguales, utilizando o no etanol. Como se trata de discutir la factibilidad de la producción local de etanol para su inserción en la matriz energética de México, se asume que las cuestiones referentes al consumidor como de segunda orden, cabiendo mayor atención para las condiciones referentes al productor. De hecho, para los consumidores, la eventual adopción de una mezcla etanol-gasolina no concedería la oportunidad de elegir entre usar o no el nuevo combustible y la cuestión de precios tendría relevancia esencialmente para lograr el deseable soporte social para el nuevo combustible, esto debido a que en México se tiene monopolio gubernamental (PEMEX) sobre la distribución de combustibles y el consumidor no tiene otras opciones de compra en el mercado.

Para el productor, los precios de paridad son los niveles de precios para los cuales es indiferente producir etanol u otro producto de la caña de azúcar, como azúcar o melaza. Así, el precio de paridad sería como un precio de oportunidad o precio de indiferencia a partir del cual es más motivador producir el biocombustible, basándose este en el contenido equivalente de azúcares del etanol y adoptando eficiencias (en masa) para los procesos industriales específicos de este producto.

Teniendo en cuenta las ecuaciones químicas de transformación de la sacarosa en bioetanol, se tiene que 1kg. De azúcar permite, teóricamente, la formación de 0.684 litros de bioetanol anhidro. Expresando de otra manera, se puede decir que teóricamente un litro de etanol requiere 1.473 kilogramos de sacarosa para ser producido. Considerando las eficiencias típicas de fermentación y destilación de 90% y 98% respectivamente. Se obtiene una correlación que permite estimar los precios de indiferencia del bioetanol anhidro (PIEa) frente a los precios del azúcar (Paz):

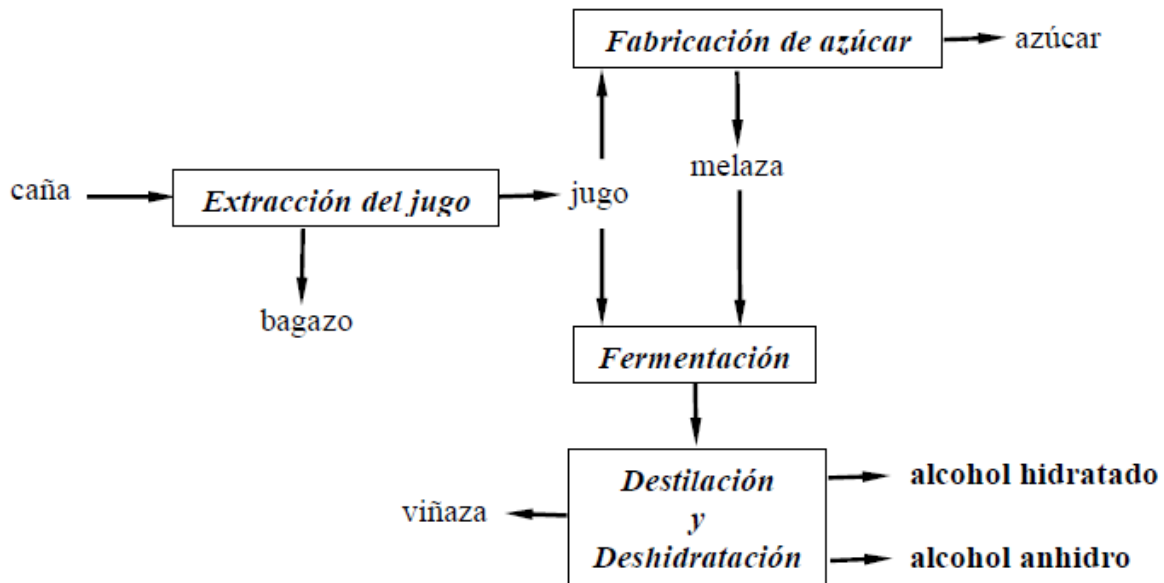
$$\text{PIEa (\$/litro)} = 1.67 * \text{Paz (\$/kg)}$$



Para fundamentar el análisis de los precios de paridad es esencial presentar como se desarrolla el proceso productivo y como se puede producir alternativamente o complementariamente azúcar o etanol. La sacarosa de la caña puede ser convertida en azúcar refinada o morena, pero en el proceso productivo siempre se pierde una fracción

del azúcar, degradándose en azúcares más sencillos, las hexosas, que constituyen las melazas y pueden dar origen a mieles fermentables y luego a etanol. En condiciones típicas, solamente utilizando las melazas inevitablemente resultantes de la producción de azúcar, se producen entre seis y 12 litros de etanol por tonelada métrica de caña procesada, como mínimo. A continuación se muestra el proceso industrial básico de obtención de alcoholes.

PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL DE CAÑA DE AZÚCAR



En caso de que exista interés en producir más etanol, se disminuye proporcionalmente la cantidad de sacarosa convertida en edulcorante y se desvía más jugo de caña hacia la producción de etanol, hasta la situación en que no se produce ningún azúcar, maximizando la cantidad de etanol.

Los precios de paridad para la producción de etanol, en función de los precios del azúcar y de las melazas, son estimados sin tomar en cuenta las inversiones en sistemas de producción, pues representan directamente precios de oportunidad para productos alternativos utilizando una misma materia prima.

Además de los costos asociados a las materias primas empleadas, puede ser necesario considerar los costos de procesamiento para la fabricación de etanol, es decir, las inversiones necesarias en la destilería y sus sistemas (fermentación, destilación y auxiliares, inclusive para tratamiento de la vinaza), requeridos para convertir las melazas en etanol, incluyendo todos los demás componentes de la cadena productiva implementados y operados esencialmente para la fabricación de azúcar. Conceptualmente este punto es relevante y debe ser bien esclarecido: los costos de

paridad determinados por las expresiones anteriores, PIEA, se refieren a casos donde ya existe suficiente capacidad instalada y la decisión de producir etanol u otro producto azucarero depende únicamente de las ganancias por unidad de sacarosa equivalente en cada tipo de producto. Cuando no se dispone de tal capacidad de producción, la situación de indiferencia debe necesariamente considerar los costos adicionales de procesar las materias y llegar a los diferentes productos finales. Para México se deben incluir los costos de las plantas de procesamiento (destilerías), razón por la que se incluye en el presente análisis un proyecto de inversión, para la generación de dicha planta.

Una referencia básica para los precios del etanol es el mercado americano, que presenta una elevada variabilidad. Estos precios varían en función de los precios del maíz, del azúcar y otros productos edulcorantes, en función de los precios de la gasolina y de los aditivos de la gasolina, como también en función de la demanda de cada uno de los productos anteriores, es decir, difícilmente los precios de medio plazo pueden ser previstos con seguridad.

CAPITULO 4. LA PRODUCCIÓN AZUCARERA EN MÉXICO.

En México, la agroindustria azucarera es una de las más importantes ya que a través de los ingenios se generan empleos y derrama económica para transportistas, jornaleros, agricultores, obreros, entre otros. Desafortunadamente el proceso de apertura comercial ha forzado a esta industria a mejorar sus procesos y aumentar su eficiencia, desafortunadamente algunas no lo han logrado. El azúcar más barato de otros países y la fructuosa (jarabe de maíz en alta fructuosa, JMAF) de Estados Unidos. Una de las opciones que pueden utilizarse para estimular la agroindustria azucarera es la producción de etanol, incluso de electricidad a partir de calderas de alta presión. A fin de conformar una industria azucarera con ingenios de alta tecnología, mejores procesos y sobre todo generar la posibilidad de flexibilidad y diversificación de mercados que la hagan más competitiva.

Figura 1. Ubicación de los ingenios azucareros de México.

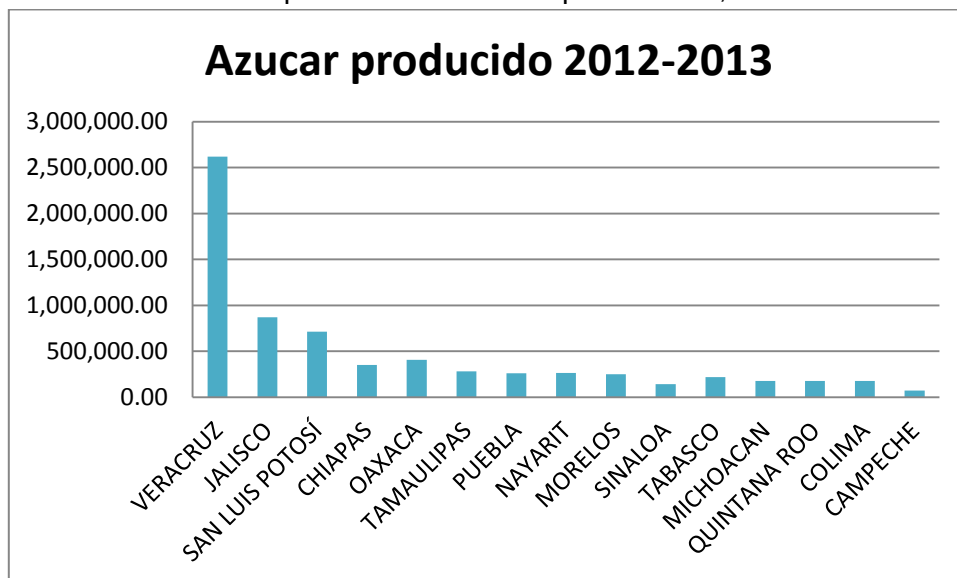


Fuente: INFOCAÑA 2013

En México existen 55 Ingenios Azucareros distribuidos en 7 regiones productoras:

- Región Noreste: Comprende los Estados de Tamaulipas y San Luis Potosí.
- Región Noroeste: Los Estados de Sinaloa y Nayarit.
- Región Occidente: Jalisco, Colima y Michoacán.
- Región Centro: Puebla y Morelos.
- Región Oriente: Veracruz.
- Región Sur: Oaxaca.
- Región Península: Chiapas, Tabasco, Campeche y Quintana Roo.

Grafica 1. Azucar producido en México por Estados, zafra 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con datos de INFOCAÑA 2013.

En el año 2013, la producción azucarera de México fue una producción record con 6, 974,798 toneladas, donde Veracruz se coloca como el estado con mayor producción con 2,620, 194 toneladas, seguido por Jalisco con 871, 188 toneladas. Después San Luis Potosí con 712, 060 toneladas. Estos son los tres principales estados productores.

El presente trabajo de investigación, analizara solo la región oriente (el estado de Veracruz) ya que es el Estado con mayor producción, cuenta con 22 ingenios Azucareros, tiene el mayor puerto de México cerca, en caso de que se decida exportar, y la mayoría de los ingenios están concentrados en la zona centro sur del estado, razón por la que los costos logísticos de transporte y estandarización del etanol son considerablemente bajos.

Es necesario mencionar que el ingenio que más alcohol produjo en 2013 fue el ingenio de Pujilic (Cía. La Fe) en Chiapas con 8, 230,000 litros de Alcohol. El segundo ingenio en importancia con producción de alcohol es el ingenio Tamazula, en Jalisco, con 4, 481,000

litros, el tercero es el ingenio Aarón Sáenz Garza, en Tamaulipas, con 2, 480, 000 litros, Cabe mencionar que los últimos 2 ingenios son del mismo grupo, Grupo Sáenz. El cuarto lugar corresponde al ingenio San Nicolás con 1, 214, 000 litros, y quinto lugar al ingenio Constanza con 281, 000 litros, ambos en Veracruz.

La producción de alcohol etílico o etanol por la vía fermentativa, es un proceso que se utiliza en los países cañeros desde hace ya varios siglos, usando como materia base la melaza y el jugo de caña, destinando dichos jugos a la producción de aguardientes, rones, entre otros.

CAPITULO 5. METODOLOGIA

Se empleara la metodología básica de un proyecto de inversión, con los indicadores VAN, TIR, B/C, y los indicadores de inversión CAPM y WACC.

Se agregara una simulación de Montecarlo en el programa RISK para estimar la distribución y probabilidad del VAN, del flujo de efectivo, de los ingresos, costos y precios.

Se incluye un modelo de programación matemática para una red de mínimo costo, en los transportes de la materia prima hasta la planta de destilación de etanol, con el objetivo de minimizar los costos de transporte. La matriz de costos de los 19 ingenios azucareros se corre en el programa WINQSB, aplicación network modeling.

5.1 PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Un proyecto de inversión es un documento en el que están considerados una serie de estudios, que permitirán planear la correcta utilización de recursos, para la obtención de uno o más productos y subproductos, en un periodo de tiempo determinado y evaluar si se justifica la orientación de esos recursos a esa actividad productiva"¹⁰.

Hoy en día la correcta formulación y evaluación de los proyectos de inversión, se ha convertido en una herramienta importante para la asignación de recursos económico, ya sean estos provenientes de las instituciones privadas o de gobierno.

A los planes, programas y proyectos se conocen como niveles de planeación, siendo el proyecto la unidad básica o también el elemento operativo más pequeño de ser preparado y ejecutado como una unidad independiente de un plan o programa de desarrollo, por lo tanto, la preparación adecuada de los proyectos, con un grado sustancial de detalle,

¹⁰ MC. Domingo Muñante. SEGUIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN. 2010

asegurará una inversión eficiente, tan necesaria en los países en desarrollo, donde el capital es escaso.

Es importante precisar el área geográfica de los niveles de planeación, puesto que algunas veces los planes o los programas agrícolas podrían analizarse como si fueran un solo proyecto, dando valores de rentabilidad distorsionados con la realidad, es por eso, que se recomienda que los proyectos sean reducidos cercanos al tamaño mínimo que resulte económico, técnico y administrativamente viable, de esta manera se podrá medir con mayor precisión sus costos y beneficios.

5.1.1 Presupuesto de Inversión

Son aquellos costos indispensables para la realización de todos los estudios previos para la formulación, así como para la construcción de obras civiles, adquisición de maquinaria, equipos, semovientes, etcétera y en general para todo lo que sea necesario adquirir para poner en marcha el proyecto.

Las adquisiciones de los bienes que se contemplan en este presupuesto se realizan al inicio del proyecto, su valor monetario en términos contables va a constituir los activos de la empresa. El presupuesto de costo de inversión, está constituido por las inversiones de activos fijos, de activos diferidos y capital de trabajo.

5.1.2 Costos

La estructuración del presupuesto de costos de operación deberá hacerse sobre la base de las necesidades de materias primas, insumos, reactivos, etcétera necesarios para que la empresa funcione a la capacidad que puede alcanzar en condiciones normales de trabajo, tomando en cuenta la capacidad en que ésta estará funcionando y a las condiciones técnicas de la empresa, tales como interrupciones normales, períodos de baja productividad, días feriados, períodos de mantenimiento, etc.

Los costos de operación estarán constituidos por los costos fijos y los costos variables; los primeros son aquellos que no varían o varían muy poco con el nivel de producción y los segundos son los que varían en forma directa o casi directa con el nivel de producción. En la elaboración del presupuesto de las proyecciones anuales de los costos de operación; los costos fijos se consideran tales ante un volumen de producción determinados, es decir, son fijos dentro de un margen de producción, si dicho margen se sobrepasa, los costos fijos se alteran, constituyéndose en costos semifijos. Los costos variable anuales se calculan considerando que éstos cambiarán en forma directa al nivel de producción de la empresa, salvo se cuente con coeficientes técnicos de transformación que indique lo contrario.

5.1.3 Ingresos

Estará constituido por todos los ingresos o beneficios que se obtengan del proyecto, valorizados a precios de mercado actual y constante; está constituido por:

- Valor de la producción.
- Venta de desechos.

El precio que se asigne a los productos, debe obedecer a un detallado análisis de precios, congruente con lo propuesto en el estudio de mercado. En el caso del mercado del etanol se complica el análisis por que los precios varían, si al estar elaborando el proyecto el precio del producto se encuentre en su pico más alto, y consideramos este valor en la evaluación, estaríamos sobrevaluando el proyecto, y si lo tomamos cuando este sea el más bajo, estaríamos subvaluando el proyecto.

$P * Q \text{ (vendida)} = \text{Ingresos}$

La teoría financiera actual, nos indica que para proyecciones a largo plazo, debe tomarse el valor del precio promedio del producto, en términos reales, de la serie histórica de datos de la cual se disponga. Mayor exactitud en la determinación del precio en productos agrícolas, se podría obtener a través de los precios promedios ponderados de los dos últimos años.

5.1.4 Estados Financieros

Manifiestan el comportamiento que tendrá la empresa en el futuro, en cuanto a las necesidades de recursos económicos, los efectos del comportamiento de los costos e ingresos, el impacto del costo financiero, los resultados en términos de utilidades, la generación de efectivos y la obtención de dividendos.

Los estados financieros proforma necesarios que deben tener todos los proyectos nuevos, y en general los proyectos agropecuarios, son:

- El estado de resultado.
- El flujo de efectivo.
- El balance general inicial.

En los estados financieros se incluyen las interpretaciones del punto de equilibrio, periodo necesario para la recuperación de la inversión, apalancamiento financiero, entre otros.

Punto de equilibrio en el valor de ventas (PEVV).

$$PEVV = CFT / (1 - (CVT / IT))$$

Punto de equilibrio en el volumen de producción (PEVP)

$$PEVP = PE.VV / (IT / UV)$$

Punto de equilibrio en porcentaje sobre la capacidad en funcionamiento (PEPCF).

$$PEPCF = (PEVV / IT) 100$$

En donde:

CFT Costos fijos totales.

CVT Costos variables totales.

UV Unidades vendidas.

IT Ingresos totales.

ITCI Ingresos totales de la capacidad instalada.

5.1.5 Indicadores para la evaluación económica de un proyecto.

Los indicadores analizados son aquellos que consideran el valor del dinero en el tiempo:

El valor actual neto (VAN): Llamado también, Valor Presente Neto (VPN), se determina por la diferencia entre la sumatoria del el valor actualizado de la corriente de beneficio menos la sumatoria del valor actualizado de la corriente de costos, a una tasa de actualización² previamente determinada.

La relación beneficio - costo (B/C): Es el cociente que resulta de dividir la sumatoria del valor actualizado de la corriente de beneficio entre la sumatoria del valor actualizado de la corriente de costos, a una tasa de actualización previamente determinada.

La tasa interna de retorno (TIR): Es la tasa de actualización que hace que el valor actualizado de la sumatoria corriente de beneficios se iguale a la sumatoria del valor actualizado de la corriente de costos. También puede definirse como la tasa de actualización en que la sumatoria del valor actualizado del flujo de fondos o beneficios incrementales netos sea igual a cero (se recupera la inversión). Cuando esta tasa es mayor a cero significa que hay ganancias sobre la inversión inicial.

$$TIR = I1 + (I2 - I1) \{ (FFA1) / (FFA1 - FFA2) \}$$

I1 = Tasa menor de actualización

I2 = Tasa mayor de actualización

FFA1 = Flujo de fondos actualizados a la tasa menor

FFA2 = Flujo de fondos actualizados a la tasa mayor

5.2 SIMULACIÓN DE MONTE CARLO EN PROYECTOS.

La simulación de Montecarlo es una técnica estadística que hace uso de la computadora para imitar, mediante modelos matemáticos, el comportamiento aleatorio de sistemas reales. En proyectos se utiliza para ofrecer a la persona responsable de tomar decisiones una serie de resultados posibles, así como la probabilidad de que se produzcan según las medidas tomadas. Muestra las decisiones extremas (arriesgadas o conservadoras) así como todas las posibles consecuencias de decisiones intermedias.

Hay dos componentes que explican nuestra incapacidad para predecir en forma precisa un evento futuro, en este caso el éxito o no de un proyecto de inversión:

- **Riesgo:** es un efecto aleatorio propio del sistema bajo análisis. Se puede reducir alterando el sistema.

- Incertidumbre es el nivel de ignorancia del evaluador acerca de los parámetros que caracterizan el sistema a modelar. Se puede reducir a con mediciones adicionales, mayor estudio del caso, o consulta a expertos.

La Variabilidad Total es la combinación de riesgo e incertidumbre. Tanto el riesgo como la incertidumbre se describen como una distribución de probabilidad que puede ser evaluada con métodos de simulación, en este caso el de Monte Carlo.

Distribución de Probabilidad: Una distribución de probabilidad describe el rango de valores que puede tomar una variable aleatoria y la probabilidad asignada a cada valor o rango de valores.

La simulación de Montecarlo sustituye un rango de valores de la distribución de probabilidad para la creación de modelos de posibles resultados. Para generar el modelo se siguen los siguientes pasos:

- Diseñar el modelo lógico de decisión.
- Especificar distribuciones de probabilidad para las variables aleatorias relevantes.
- Incluir posibles dependencias entre variables.
- Muestrear valores de las variables aleatorias.
- Calcular el resultado del modelo según los valores del muestreo (iteración) y registrar el resultado.
- Repetir el proceso hasta tener una muestra estadísticamente representativa.
- Obtener la distribución de frecuencias del resultado de las iteraciones.
- Calcular media, desvío y curva de percentiles acumulados.

5.3 PROGRAMACIÓN LINEAL (MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE TRANSPORTE)

La programación lineal es un instrumento valioso en la planeación de las actividades de los ingenios azucareros que ayuda a definir los calendarios de siembra, quema, corte y cosecha. A fin de que el molino principal o los molinos de extracción de jugos mantengan una alimentación constante de materia prima a ser evaluada. Persigue la minimización de costos, maximizar ingresos o maximizar producción, en diferentes actividades posibles que tienen un conjunto de restricciones.

5.3.1 El modelo de Minimización

La programación lineal es una Técnica de programación matemática para resolver problemas de optimización de recursos (maximización, minimización) cuando existe más de una restricción lineal¹¹, sus características son:

- Se busca una combinación de recursos.
- Se deben satisfacer varios criterios.
- Se identifica un criterio como el objetivo.

Un modelo de programación lineal está compuesto fundamentalmente por una función objetivo, un conjunto de restricciones y otro de condiciones de no negatividad. Un ejemplo del modelo básico es:

$$\text{Min } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_iX_i$$

Función objetivo

s.a.:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1j}X_n \leq r_1$$

Restricciones

.

.

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + a_{m3}X_3 + \dots + a_{mn}X_n \leq r_m$$

$$X_j \geq 0; \quad (j=1, 2, \dots, m)$$

Condiciones de no negatividad

Dónde:

X_j = es la variable de elección

C_j = coeficientes de la función objetivo (con $j = 1, 2, \dots, n$) conjunto de constantes dadas.

r_i = constantes de restricción (con $i = 1, 2, \dots, m$) como desigualdades del tipo $\leq$.

CAPITULO 6. EL MODELO DE TRANSPORTE PARA ETANOL EN VERACRUZ.

El modelo que se presenta para el caso de la planta de estandarización de etanol, es un modelo de 22 nodos que representan los 22 ingenios azucareros y se incluyen costos de transporte, como rutas, en los costos se incluyen pipas de 40,000 litros para transporte de carga desde el ingenio hasta el centro de estandarización. A través de la siguiente formula:

$$C = \text{costo de peaje} + (\text{kilómetros recorridos} / \text{rendimiento km/litro diesel}) * \text{precio del diesel}$$

En Veracruz la mayor concentración de ingenios está en la zona centro del estado, entre las regiones de las montañas con 8 ingenios, Papaloapam con 3 ingenios, sotavento con 2 y Tuxtla con 1. Agrupando más de la mitad de los ingenios activos. Los municipios a los que pertenecen cada uno se muestran a continuación:

¹¹ Héctor M. Espinosa. Programación lineal, aplicaciones a la economía. México 1982

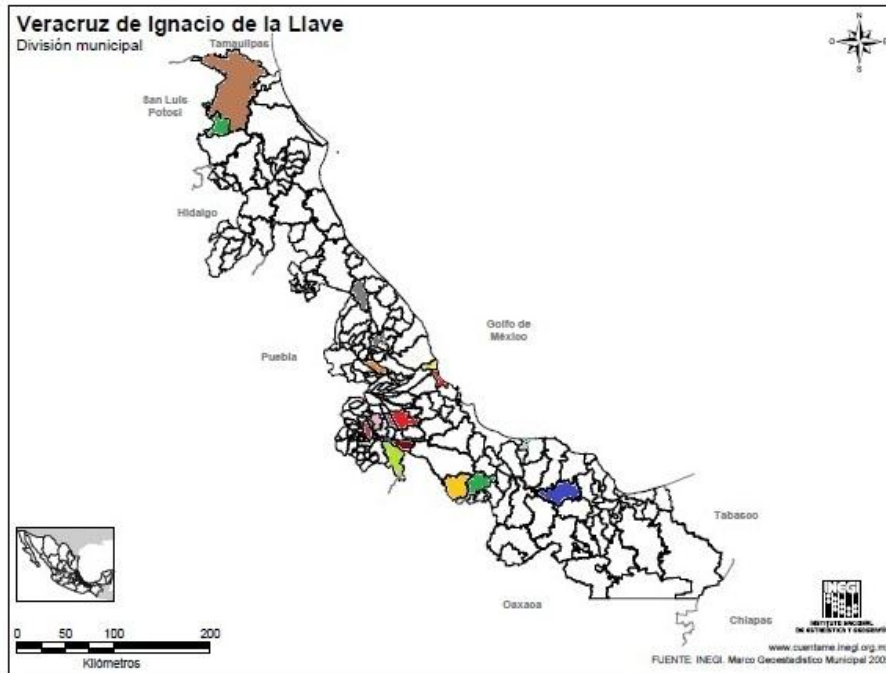
Tabla 8. Ingenios del Estado de Veracruz por Municipio

INGENIOS ACTIVOS	MUNICIPIO	No.MUN
CENTRAL MOTZORONGO	Tezonapa	173
CENTRAL PROGRESO	Paso del Macho	125
CONSTANCIA	Tezonapa	173
CUATOTOLAPAM	Hueyapan de Ocampo	73
EL CARMEN	Ixtaczoquitlan	85
EL HIGO	El Higo	205
EL MODELO	La Antigua	16
EL POTRERO	Atoyac	21
LA GLORIA	Ursulo Galván	191
LA PROVIDENCIA	Omealca	117
MAHUIXTLAN	Coatepec	38
NUEVO SAN FRANCISCO (EL NARANJAL)	Lerdo de Tejada	97
PANUCO	panuco	123
SAN CRISTOBAL	Cosamaloapan de Carpio	45
SAN GABRIEL	Cosamaloapan de Carpio	45
SAN JOSÉ DE ABAJO	Cuicatláhuac	53
SAN MIGUELITO	Córdoba	44
SAN NICOLÁS	Cuichapa	52
SAN PEDRO	Lerdo de Tejada	97
TRES VALLES	Tres Valles	207

Fuente: elaboración propia con datos del INEGI 2013.

De los 22 ingenios existentes en Veracruz, para la zafra 2014 solo 20 tendrán actividad, los de la tabla superior, existen 2 ingenios que no tienen actividad desde el 2010 y que necesitan de un capital superior a los 100 millones de pesos para su reincorporación según datos de INFOAZUCAR. Los ingenios inactivos son, el ingenio Independencia localizado en el municipio de Martínez de la Torre y el Ingenio La concepción, localizado en Jilotepec Veracruz. El caso del ingenio Panuco es un caso especial ya que fue adquirido por otro grupo azucarero y cambio de nombre en 2011, originalmente se llamaba Ingenio Zapoapita- Panuco, actualmente llamado ingenio Panuco. El ingenio San Gabriel no registraba actividad desde la zafra 2010-2011, pero en 2013 fue recuperado con una reinversión, lo que permitió realizar la zafra 2013 y continuar para la 2014. A continuación se muestra un mapa con la ubicación de los ingenios azucareros mencionados:

Figura 2. Ubicación de los ingenios azucareros de Veracruz.



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI 2013.

El modelo utilizado en el presente trabajo de investigación, se realizó con el objetivo de encontrar la ubicación más adecuada para la destilería de etanol en base a las distancias recorrida por el rendimiento de combustible diesel de una pipa tomado de CAPUFE¹², entre los 20 ingenios (activos) multiplicadas por el precio del diesel¹³, a la que se adhirieron los costos de peaje calculados por la secretaria de comunicaciones y transportes SCT¹⁴ para pipas de 40 000 litros con 5 ejes. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

¹² CAPUFE, rendimiento de combustible en automóviles según modelo
<http://www.capufe.gob.mx/normateca/normas/05viaticos/anexo11.htm>

¹³ PEMEX refinación. Precios de septiembre 2013.

¹⁴ SCT. Calculo de costos de viaje.
http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdSolRutas

Tabla 9. Matriz de costos de transporte

	CENTRAL MOTZORONGO 1	CENTRAL PROGRESO 2	CONSTANCIA 3	CUATROTIAPAM 4	EL CARMEN 5	EL HIGO 6	EL MODELO 7	EL POTRERO 8	LA GLORIA 9	LA PROVIDENCIA 10	MAHUTLAN 11	NEW SAN FRANCISCO (EL NARANJAL) 12	PANUCO 13	SAN CRISTOBAL 14	SAN GABRIEL 15	SAN JOSE DE ABAO 16	SAN MIGUELITO 17	SAN NICOLAS 18	SAN PEDRO 19	TRES VALLES 20	
CENTRAL MOTZORONGO 1		2552.77		5237.03	1488.94	11485.45	3381.30	1297.68	3367.00	419.52	3561.45	3988.32	12234.69	3571.81	3571.81	875.52	1021.44	6831.97	3988.32	2816.78	71571.82
CENTRAL PROGRESO 2	2552.77		2552.77	4494.91	762.04	9791.44	1754.14	122.22	1965.72	729.61	2356.74	3012.15	10790.35	2856.00	2856.00	435.94	545.02	912.82	3012.15	2572.44	58018.25
CONSTANCIA 3	0.00	2552.77		5237.03	1488.94	11485.45	3381.30	1297.68	3367.00	419.52	3561.45	3988.32	12234.69	3571.81	3571.81	875.52	1021.44	6831.97	3988.32	2816.78	71571.82
CUATROTIAPAM 4	5237.03	4494.91	5237.03		5429.24	12140.08	3937.59	4655.55	3888.00	4902.04	5322.74	1368.59	12614.32	1756.32	1756.32	4452.61	4970.28	3155.00	1369.59	3180.36	88773.99
EL CARMEN 5	1488.94	762.04	1488.94	5429.24		11861.56	3659.42	1108.25	2741.56	1001.88	2570.92	4083.40	12335.80	3672.92	3672.92	1994.08	568.40	6930.76	4083.40	2914.52	71338.79
EL HIGO 6	11485.45	9791.44	11485.45	12140.08	11861.56		8392.48	10684.04	8168.12	11340.93	8168.12	10670.84	912.00	12218.08	12218.08	10869.24	11402.60	14895.56	10869.24	11043.32	197921.22
EL MODELO 7	3381.30	1754.14	3381.30	3937.59	3659.42	8392.48		2621.88	101.32	3138.25	1488.18	2425.92	8676.59	4025.05	4025.05	2692.70	3200.45	7082.40	2425.92	3135.16	69384.30
EL POTRERO 8	1297.68	122.22	1297.68	4655.55	1108.25	10684.04	2621.88		2077.15		688.59	2493.28	3880.60	10675.80	2834.80	2834.80	468.77	518.02	851.81	2552.56	55014.42
LA GLORIA 9	3367.00	1965.72	3367.00	3881.00	2741.56	8168.12	101.32	2077.15		265.12	1584.67	2498.89	8632.36	3536.20	3536.20	2470.24	2688.08	2801.28	2498.88	3216.36	61986.15
LA PROVIDENCIA 10	419.52	729.61	419.52	4902.04	1001.88	11540.93	3138.25	688.59	265.12		2945.44	3336.76	11895.17	3152.29	3152.29	456.00	601.92	6256.32	3161.78	2061.12	62470.49
MAHUTLAN 11	3561.45	2356.74	3561.45	5322.74	2570.92	8168.12	1488.18	2493.28	1584.67	2945.44			4046.92	10305.00	4938.00	4938.00	2952.40	2452.96	2841.55	4744.40	75220.35
NEW SAN FRANCISCO (EL NARANJAL) 12	3988.32	3012.15	3988.32	1368.59	4083.40	10602.04	2425.92	3880.60	2498.89	3316.76	4046.92		11248.76	1388.06	1388.06	3059.60	3534.68	4747.00	0.00	2582.40	70833.36
PANUCO 13	12234.69	10790.35	12234.69	12614.32	12335.80	912.00	8676.59	10675.80	8632.36	11895.17	10305.00	11248.76		12781.44	12781.44	11359.17	11876.34	15845.24	11248.76	11781.24	208751.54
SAN CRISTOBAL 14	3571.81	2856.00	3571.81	1756.32	3672.92	12218.08	4025.05	2634.80	3536.20	3152.29	4938.00	1388.06	12781.44		0.00	2689.72	3213.96	3868.28	1388.06	11781.24	83124.04
SAN GABRIEL 15	3571.81	2856.00	3571.81	1756.32	3672.92	12218.08	4025.05	2634.80	3536.20	3152.29	4938.00	1388.06	12781.44	0.00		2689.72	3213.96	3868.28	1388.06	11781.24	83124.04
SAN JOSE DE ABAO 16	875.52	435.94	875.52	4452.61	594.08	10869.24	2682.70	468.77	2478.24	456.00	2952.40	3059.60	11359.17	11359.17	11359.17		535.91	450.53	3009.60	11781.24	80406.35
SAN MIGUELITO 17	1021.44	545.02	1021.44	4970.28	568.40	11402.60	3200.45	518.02	2688.08	601.92	2452.96	3534.68	11876.84	3213.96	3213.96	515.91		331.97	3548.68	2465.00	57881.62
SAN NICOLAS 18	6831.97	912.82	6831.97	3155.00	6980.76	14895.56	7081.40	851.81	2801.28	6256.32	2841.55	4767.00	15846.24	3868.28	3868.28	450.53	331.97		4767.00	2462.00	95870.99
SAN PEDRO 19	3988.32	3012.15	3988.32	1368.59	4083.40	10602.04	2425.92	3780.60	2498.89	3316.76	4046.92	0.00	11248.76	1388.06	1388.06	3059.60	3534.68	4747.00		2582.40	70833.36
TRES VALLES 20	2816.78	2572.44	2816.78	3180.36	2914.52	11843.32	3135.16	2552.56	3216.36	2061.12	4744.40	2582.40	11781.24	11781.24	11781.24	11781.24	2462.00	2421.04	2582.40		98031.00
	71571.82	58018.25	71571.82	88773.99	71338.79	197921.22	69384.30	59014.42	61986.15	62470.49	75220.35	70833.36	208751.54	91781.49	91781.49	63867.45	57881.62	95870.99	70833.36	98031.00	

FUENTE: elaboración propia con datos de SCT, CAPUFE Y PEMEX 2013.

Los datos de la tabla anterior se introdujeron en el programa WINQSB con la aplicación de Network Modeling de la que se obtuvo un resultado de la ruta de mínimo costo que favorece al ingenio numero 8 (El potrero) ubicado en la ciudad de Atoyac Veracruz, es decir que la ubicación que enlaza a los 20 ingenios (en 17 municipios distintos) con un costo de transporte mínimo es la ciudad de Atoyac. La sumatoria de todas las rutas da un total de 55014.42 pesos, si se trasladara una pipa de cada ingenio a ese centro de transformación.

Para el caso del modelo que nos ocupa, se considera una captura de mercado de 15% con una planta que requiere como máximo si operara al 100% un total de \$135, 153.17 toneladas. Que se cubren con 3378.84 fletes, considerando solo números enteros 3379 fletes.

Cerca al municipio de Atoyac están 7 ingenios azucareros que pueden suplir perfectamente la demanda de la planta de etanol, la presencia de los ingenios proveedores se muestran a continuación.

- Ingenio El potrero: localizado en el mismo municipio con una producción media de 50 toneladas de miel.
- Central progreso: localizado en el municipio de Paso del Macho con una producción media de 30 mil toneladas de miel.
- Central Motzorongo: localizado en el municipio de Tezonapa, con una producción media de 50 mil toneladas de miel.
- Constanica: localizado en el municipio de Tezonapa, con una producción media de 40 mil toneladas de miel.

- Ingenio del Carmen: Localizado en Ixtaczoquitlan, con una producción media de 20 mil toneladas de miel.
- Ingenio La Providencia: Localizado en Omealca, con una producción media de 20 mil toneladas de miel.
- Ingenio San José de Abajo: Localizado en Cuitláhuac con una producción media de 18 mil toneladas de miel.
- Ingenio San Miguelito: localizado en Córdoba. Con una producción media de 15 mil toneladas de miel.
- Ingenio San Nicolás: localizado en Cuichapa, con una producción media de 35 mil toneladas de miel.

Como puede verse en la región cercana al municipio seleccionado hay mucha oferta de mieles y se podrían cambiar de proveedor de forma relativamente sencilla. Para efectos de la definición de costos de transporte se por el total de las mieles necesarias para la planta de destilación de etanol se han seleccionado 4 ingenios:

- El Potrero, localizado en Atoyac.
- Central Progreso, localizado en Paso del Macho.
- Central Motzorongo, localizado en Tezonapa.
- Constanica, localizado en Tezonapa.

La suma de los costos de transporte dependerá entonces de la cantidad de mieles transportada de cada ingenio a la planta de destilación. Privilegiando el transporte al ingenio localizado en el mismo municipio, posteriormente el municipio vecino que es paso del macho y en tercer lugar el municipio de Tezonapa con cualquiera de sus dos ingenios. La suma de los costos de transporte es de \$2717.57 por una pipa de 40 mil litros, es decir que por cada tonelada transportada se tendrá un costo de \$67.94.

CAPITULO 7. EL PROYECTO DE INVERSIÓN

7.1 PRODUCCIÓN

Se realizó un proyecto de inversión con un horizonte de planeación de 17 años, en que el año 1 se utiliza como el año de instalación de equipo y ajustes técnicos, razón por la que no hay producción hasta el año 2.

La producción de mieles fue calculada en base a los históricos de los 20 ingenios involucrados desde el año 2000 al 2013. De ese total que supero las 800 mil toneladas en el año 2013 se pretende capturar el 15% del mercado, equivalente a 100 mil toneladas de miel aproximadas durante todo un año de operación de la planta.

Simulación y proyecto de inversión para producción de etanol, a partir de mieles de caña de azúcar

El precio de la materia prima fue calculado con un precio inicial de \$1200 pesos por tonelada de miel con un contenido de 85° brix y un porcentaje de sacarosa del 14%, al precio inicial se le agrego un incremento anual del 3% equivalente a la inflación anual. Para finalizar en el año 17 con un precio de \$2054.02 pesos por tonelada.

La planta cotizada tiene una capacidad de operación de 450 m³/día, pero la operación no se hace al 100% debido a periodos de mantenimiento, reparaciones y paros controlados, así la operación de la planta se realizara con un calendario de 300 días en operación.

Para el año 1 la capacidad de procesamiento en la planta especificada es de 74% en el año 2¹⁵ procesando 100013.719 toneladas de miel. En los años posteriores se incrementa la capacidad de procesamiento hasta llegar a un 85% en el año 17 con 114.978 toneladas de miel procesadas.

Tabla 10. Producción planta de destilación de etanol.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9
captura de mercado (15% total) TON	0	100013.719	101011.333	102008.948	103006.562	104004.176	105001.791	105999.405	106997.02
COSTO DE MATERIA PRIMA TON	0	131858087	137168542	142678952	148396535	154328762	160483366	166868350	173491998
Precio de la Materia prima	0	\$ 1,318.40	\$ 1,357.95	\$ 1,398.69	\$ 1,440.65	\$ 1,483.87	\$ 1,528.39	\$ 1,574.24	\$ 1,621.47
operación planta capacidad 450 m3/día	0	74%	75%	76%	76%	77%	78%	79%	79%
Producción etanol* (TON)	0	33561.6506	33896.4205	34231.1905	34565.9604	34900.7303	35235.5003	35570.2702	35905.0401
VENTAS (en pesos)	0	222849360	225072232	227295105	229517977	231740849	233963722	236186594	238409466
precio de ventas (litro)	0	6.64	6.64	6.64	6.64	6.64	6.64	6.64	6.64
costos de transformacion	0	27386.3069	27659.4792	27932.6514	28205.8237	28478.9959	28752.1682	29025.3405	29298.5127
Costos de Transporte	0	6794932.05	6862709.98	6930487.9	6998265.82	7066043.74	7133821.66	7201599.59	7269377.51
	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	
captura de mercado (15% total) TON	107994.634	108992.248	109989.863	110987.477	111985.092	112982.706	113980.32	114977.935	
COSTO DE MATERIA PRIMA TON	180362883	187489879	194882168	202549253	210500969	218747495	227299360	236167465	
Precio de la Materia prima	1670.10968	1720.21297	1771.81935	1824.97394	1879.72315	1936.11485	1994.19829	2054.02424	
operación planta capacidad 450 m3/día	80%	81%	81%	82%	83%	84%	84%	85%	
Producción etanol* (TON)	36239.8101	36574.58	36909.3499	37244.1198	37578.8898	37913.6597	38248.4296	38583.1996	
VENTAS (en pesos)	240632339	242855211	245078083	247300956	249523828	251746700	253969573	256192445	
precio de ventas (litro)	6.64	6.64	6.64	6.64	6.64	6.64	6.64	6.64	
costos de transformacion	29571.685	29844.8573	30118.0295	30391.2018	30664.3741	30937.5463	31210.7186	31483.8909	
Costos de Transporte	7337155.43	7404933.35	7472711.28	7540489.2	7608267.12	7676045.04	7743822.96	7811600.89	

Fuente: Elaboración propia, proyecto de inversión.

La producción de etanol tiene una tasa de conversión de 2.98, es decir que se necesitan 2.98 kilogramos de melaza para producir un litro de etanol. Dicha tasa de conversión fue establecida por SIAP- SAGARPA¹⁶ con base en estudios realizados por la Secretaria de Energía (SENER), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la agencia alemana GTZ.

Con el índice se calculó la cantidad producida de etanol en la planta de destilación, dicha producción es creciente ya que como se ha mencionado la capacidad de procesamiento de la planta fue en aumento según las proyecciones especificadas en la tabla anterior, para el caso del año 1 hay una producción de 33561.65 m³ de alcohol, para el año 17 la producción se establece en 38583.19 m³.

¹⁵ Recordar que el año 2 es el primer año de operación en la planta de destilación.

¹⁶ FUENTE: Los Bioenergéticos SIAP-SAGARPA.

<http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/bioetanol/prouccion-a-partir-de-cana-de-azucar.html>

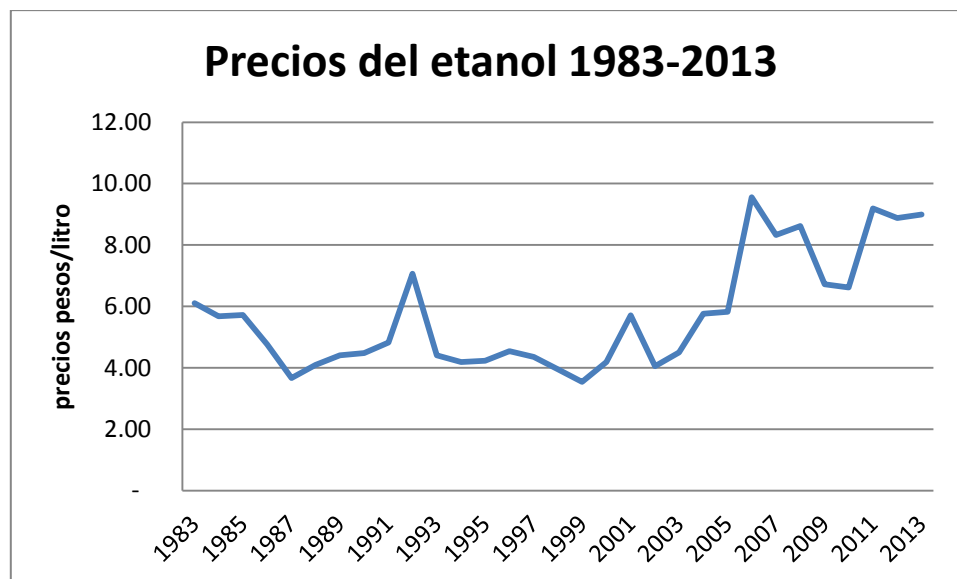
Los costos de transformación se especificaron como el 3% de las ventas¹⁷, para el año 2 dicho costo fue de \$6,685,480.80 pesos y se fue incrementando hasta llegar a \$7,685,773.35 en el año 17, es necesario destacar que en los costos de transformación no se incluyen los costos de la mano de obra ni los costos administrativos, tampoco las piezas y reposiciones. Solo los costos de materiales necesarios e insumos para el proceso industrial, únicamente productos químicos propios del proceso de destilación y separación de alcoholes.

Los costos de transporte se han especificado en el capítulo 5. Página 21. Si desea consultarse.

7.2 PRECIOS Y VENTAS

El precio de venta del etanol es muy variable ya que está íntimamente relacionado con el precio del petróleo, del azúcar, del maíz y en general de los granos. A continuación se muestra un gráfico del comportamiento de los precios del etanol en el mercado internacional para los últimos 30 años:

Grafica 2. Precios internacionales del etanol 1983-2013.



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA 2013.

¹⁷ Avances Tecnológicos en la producción de etanol. Rodolfo Espinosa Smith, coordinador del programa de investigación industrial CENGICANA Guatemala.
<http://cengidoc.cengican.org/Portal/Biblioteca/PublicacionesCENGICANA/Memorias/10-11/Industrial.pdf>

Como puede apreciarse en el gráfico a partir del año 2002 que se introdujo el motor Flex fuel en el mercado los precios se incrementaron considerablemente hasta el periodo 2008-2009 donde bajó por la crisis norteamericana, recordando que Estados Unidos es el principal productor mundial y el principal consumidor, seguido por Brasil. Del 2010 en adelante el precio se ha recuperado y para el año 2013 se mantiene estable sobre los 7 pesos por litro.

Para hacer una estimación de precio que sea confiable se recopiló datos del año 1983 al 2013¹⁸, para precios en dólares por galón en el mercado internacional y se realizó la conversión a litros, un galón equivale a 3.785 litros. Una vez obtenidos los valores en dólares por litro se multiplicó el precio por una tasa de cambio fija para dólares y pesos de 13.6 pesos por dólar. Posteriormente se ingresaron los 30 datos de los años mencionados al programa RISK de Excel con el objetivo de conocer su distribución y su posible comportamiento en los años de operación del proyecto analizado.

El programa RISK arrojó los siguientes resultados, la distribución del precio tiene el comportamiento de una distribución uniforme, el precio máximo es de 9.8633 pesos, el mínimo es de 3.4396 pesos y el precio medio calculado es de 6.6434 pesos por litro de etanol.

El precio utilizado en la proyección para obtener las ventas fue el precio medio es decir \$6.64 por litro de etanol y se mantuvo fija durante los 17 años del proyecto. A fin de no sobreestimar los ingresos del proyecto.

Las ventas se obtuvieron multiplicando los precios especificados en el párrafo anterior por la cantidad procesada en la planta de etanol. Para el año 2 las ventas se calcularon en \$ 222, 849,359.99 millones de pesos y fueron incrementando en los años posteriores hasta llegar a la cantidad de \$ 256, 192,445.16 millones de pesos en el año 17.

7.3 INVERSIÓN

El monto de la inversión inicial es de **\$ 266, 604,788.72** millones de pesos con aportaciones del 45% por ciento financiado por un banco estándar a una tasa de interés de largo plazo del 13% y el 55% de la inversión será proporcionado por los socios de la empresa. Se incluyen un concepto de contingencia establecido para aumentar los costos en caso de algún incidente que pudiera presentarse como un aumento en los precios.

La estructura de la inversión tiene 3 divisiones:

Activos fijos: por un monto de **\$ 206, 287,344.02** millones de pesos en el que se incluyen los conceptos de Terrenos, construcción civil, equipamiento en piezas y reposiciones nacionales e importadas, muebles y equipo de oficina, y vehículos.

¹⁸ USDA. Precios del etanol 1983-2013: www.ers.usda.gov/datafiles/.../table15.xls

Simulación y proyecto de inversión para producción de etanol, a partir de mieles de caña de azúcar

Activos diferidos: por un monto de **\$ 55, 824,509.09** millones de pesos en el que se incluyen conceptos de montaje, pre-operación, seguros, transporte de equipo, gastos en estudios e investigaciones preliminares, patentes y licencias.

Capital de trabajo: por un monto de **\$ 4, 492,935.62** millones de pesos en el que se incluyen 2 conceptos en contraposición, por un lado las necesidades y por otro los recursos con los que se cuenta.

A continuación se muestra el cuadro de inversiones:

Tabla 11. Inversión inicial del proyecto.

CONCEPTOS		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO		CONTINGENCIA	FINANCIAMIENTO	EMPRESA	TOTAL
				UNITARIO	MONTOS		45%	55%	
ACTIVO FIJO									
Terrenos	Ha	10	\$	220,000.00	\$ 2,200,000.00	\$ 176,000.00	\$ 1,069,200.00	\$ 1,306,800.00	\$ 2,376,000.00
Construccion civil	m2	100000	\$	584.40	\$ 58,440,000.00	\$ 1,168,800.00	\$ 26,823,960.00	\$ 32,784,840.00	\$ 59,608,800.00
Equipamiento piezas y reposiciones	kit	1	\$	109,256,460.60	\$ 109,256,460.60	\$ 26,024,146.47	\$ 60,876,273.18	\$ 74,404,333.89	\$ 135,280,607.07
Nacional	kit	1	\$	10,749,739.00	\$ 10,749,739.00	\$ 1,397,466.07	\$ 5,466,242.28	\$ 6,680,962.79	\$ 12,147,205.07
Importado	kit	1	\$	98,506,721.60	\$ 98,506,721.60	\$ 24,626,680.40	\$ 55,410,030.90	\$ 67,723,371.10	\$ 123,133,402.00
Muebles y equipo de oficina	kit	1	\$	234,004.00	\$ 234,004.00	\$ 30,420.52	\$ 118,991.03	\$ 145,433.49	\$ 264,424.52
Vehículos	kit	1	\$	7,615,228.20	\$ 7,615,228.20	\$ 1,142,284.23	\$ 3,940,880.59	\$ 4,816,631.84	\$ 8,757,512.43
				Subtotal	\$ 177,745,692.80	\$ 28,541,651.22	\$ 92,829,304.81	\$ 113,458,039.21	\$ 206,287,344.02
ACTIVO DIFERIDO									
Montaje	Servicio	1	\$	19,701,344.32	\$ 19,701,344.32	\$ 2,955,201.65	\$ 10,195,445.69	\$ 12,461,100.28	\$ 22,656,545.97
Pré-operación	kit	1	\$	10,314,367.20	\$ 10,314,367.20	\$ 928,293.05	\$ 5,059,197.11	\$ 6,183,463.14	\$ 11,242,660.25
Seguros	prima	1	\$	8,970,906.74	\$ 8,970,906.74	\$ 717,672.54	\$ 4,359,860.68	\$ 5,328,718.61	\$ 9,688,579.28
Transporte de equipo	flete	1	\$	10,925,646.06	\$ 10,925,646.06	\$ 1,311,077.53	\$ 5,506,525.61	\$ 6,730,197.97	\$ 12,236,723.59
Gastos en estudios e investigaciones preliminares	Servicio	1	\$	3,554,913.86	\$ 3,554,913.86	\$ 35,549.14	\$ 1,615,708.35	\$ 1,974,754.65	\$ 3,590,462.99
Patentes y licencias	Servicio	15	\$	10,000.00	\$ 150,000.00	\$ 12,000.00	\$ 72,900.00	\$ 89,100.00	\$ 162,000.00
				Subtotal	\$ 49,912,264.33	\$ 5,912,244.76	\$ 25,121,029.09	\$ 30,703,480.00	\$ 55,824,509.09
CAPITAL DE TRABAJO 1ER. AÑO DE ACTIVIDAD (año2)									
1. NECESIDADES		1	\$	7,018,118.96	\$ 7,018,118.96	\$ 350,905.95	\$ 3,316,061.21	\$ 4,052,963.70	\$ 7,369,024.90
1.1. Caja mínimo	concepto	1	\$	4,388,016.27	\$ 4,388,016.27				
1.2. Financiamiento de ventas	concepto	1	\$	128,017.56	\$ 128,017.56				
1.3. Stokes	concepto	1	\$	2,502,085.13	\$ 2,502,085.13				
2. RECURSOS		1	\$	2,739,132.66	\$ 2,739,132.66	\$ 136,956.63	\$ 1,294,240.18	\$ 1,581,849.11	\$ 2,876,089.29
2.1. Crédito de proveedores	anual	1	\$	1,097,004.07	\$ 1,097,004.07				
2.2. Descuento de títulos	anual	1	\$	1,097,004.07	\$ 1,097,004.07				
2.3. Financiamiento para capital de trabajo	anual	1	\$	545,124.52	\$ 545,124.52				
				Subtotal	\$ 4,278,986.30	\$ 487,862.58	\$ 4,610,301.39	\$ 5,634,812.81	\$ 4,492,935.62
TOTAL					\$ 231,936,943.43		\$ 122,560,635.29	\$ 149,796,332.02	\$ 266,604,788.72

Fuente: Elaboración propia, proyecto de inversión.

ACTIVO FIJO

TERRENOS: los terrenos necesarios para la instalación de la planta de destilación son 10 hectáreas con un costo por hectárea de \$220,000.00 pesos, el monto es de \$ 2, 200,000.00 pesos con un costo extra por concepto de contingencia de 8% sobre el total (\$ 176,000.00), para finalizar dicha inversión en un monto de \$ 2, 376,000.00, con aportaciones de 55% para los socios de la empresa y 45% por la fuente de financiamiento.

CONSTRUCCION CIVIL: se considera un costo de construcción por m² de \$548.40 por un total de 100 mil m² equivalentes a las 10 ha contempladas en el concepto de terrenos, para un monto de \$ 58,440,000.00, al que se le agrega un 2% del valor por concepto de contingencia, para finalizar con una inversión total de \$ 59,608,800.00, es necesarios destacar que la construcción se dará para oficinas y también para la planta de

procesamiento además de la bardas y rejas de cobertura para resguardar la seguridad del negocio.

EQUIPAMIENTO, PIEZAS Y REPOSICIONES: en este concepto se incluye la importación de equipamiento y la compra de equipo nacional, siendo la mayoría importado. El equipo importado incluye las torres de destilación, propagadoras, pre-fermentadoras, fermentadoras, condensadores en caliente y frío, y hervidores. Con un monto de \$ 98,506,721.60 pesos y un cargo por concepto de contingencia del 25% debido a la variabilidad del tipo de cambio, y los cambios en precios internacionales, para dar un total de \$ 123,133,402.00 millones de pesos. Este es el concepto más elevado y de mayor importancia en la inversión del proyecto.

El equipo nacional consta de tuberías, construcción de fondos y cabezas de columnas de destilación, alimentadores, flujos y piezas de reposición. El costo del kit es de \$ 10,749,739.00, al que se le agrega un costo de contingencia del 13% equivalente a \$ 1,397,466.07, para finalizar con un costo total de \$ 12,147,205.07 pesos.

MUEBLES Y EQUIPO DE OFICINA: El kit de mobiliario y equipo de oficina contempla escritorios, computadoras, sala de juntas y papelería. Necesarios para la operación de cualquier oficina, el costo de este concepto es de \$ 234,004.00 al que se le agrega por concepto de contingencia el 13% del costo (\$ 30,420.52), el costo total es de \$ 264,424.52.

VEHICULOS: El costo de los vehículos para el transporte es de \$7, 615,228.20, los vehículos adquiridos son pipas de 40, 000 litros, más un costo de contingencia del 15%, dando un total de \$ 8, 757,512.43. Que se encargaran de transportar la melaza de los ingenios azucareros proveedores hasta la planta de destilación.

ACTIVO DIFERIDO

MONTAJE: El servicio de montaje e instalación de los activos fijos, tiene un costo del 20% del equipo importado, dicho costo es de \$ 19, 701,344.32, al que se le agrega un 15% por concepto de contingencia. El costo final del montaje es de \$ 22, 656,545.97.

PRE-OPERACIÓN: El kit de pre-operación se calculó como el 5% de los costos fijos, el monto es de \$ 10, 314,367.20, más \$ 928,293.05 por concepto de contingencia, el total es de \$11, 242,660.25.

SEGURO: la prima del seguro a pagar se calculó con una fórmula que incluye el 3% de los costos de mobiliario y equipo de oficina más el 3% del costo del montaje, el costo inicial más el porcentaje de contingencia del 8%, da un total de \$ 9,688,579.28.

TRANSPORTE DE EQUIPO: el transporte de equipo como su nombre lo indica se ha calculado como el 10% del valor del equipamiento piezas y reposiciones, más un porcentaje por contingencia del 12%. El total del transporte del equipo es de \$ 12,236,723.59

GASTOS EN ESTUDIOS E INVESTIGACIONES PRELIMINARES: los gastos en estudios e investigaciones preliminares son del 2% del activo fijo, sin considerar costos de contingencia, dando un total de \$ 3,590,462.99.

PATENTES Y LICENCIAS: se considera únicamente el pago de licencias de uso de software para operar la planta de destilación. Con un costo anual por dicho pago de \$ 150,000.00 más un 8% por costos de contingencia, dando un total de \$ 162,000.00

CAPITAL DE TRABAJO (1er. AÑO DE PRODUCCIÓN)

El capital de trabajo se divide en 2 grandes conceptos, necesidades y recursos, en el saldo total del capital de trabajo se restan las necesidades a los recursos.

NECESIDADES: las necesidades son la suma de la caja mínima, el financiamiento de ventas y los Stokes de materia prima. La suma de los tres conceptos da un total de \$ 7, 018,118.96 más un 5% de dicho costo como prevención de contingencias da un total de \$ 7,369,024.90.

RECURSOS: los recursos con los que cuenta la empresa en el primer año de producción son el crédito de proveedores, descuentos de títulos y financiamiento para capital de trabajo que otorga el banco \$ 2, 739,132.66. Más un 5% por concepto de contingencia, da un total de \$ 2,876,089.29.

El saldo final del capital de trabajo restando las necesidades a los recursos da un monto que requiere ser financiado de **\$ 4,492,935.62.**

7.4 COSTOS

Los costos son mano de obra, materia prima, costos de transformación transporte y comercialización, teléfono, sistema de seguridad, propaganda y costos administrativos. Estos se dividen en costos fijos y variables.

Tabla12. Costos del proyecto de inversión.

COSTOS DEL PROYECTO		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
Mano-de-Obra		0	690042.044	717904.239	746817.128	776818.676	807948.182	840246.321	873755.1958
Matéria-Prima (miel 85° brix)			131858087	137168542	142678952	148396535	154328762	160483366	166868349.6
Costos de transformación *			6685480.8	6752166.97	6818853.14	6885539.31	6952225.48	7018911.65	7085597.822
transporte y comercializacion		0	6794932.05	6862709.98	6930487.9	6998265.82	7066043.74	7133821.66	7201599.587
Telefono (.5% sobre ventas)		0	1114246.8	1125361.16	1136475.52	1147589.89	1158704.25	1169818.61	1180932.97
Sistema Seguridad 1% sobre ventas		0	2228493.6	2250722.32	2272951.05	2295179.77	2317408.49	2339637.22	2361865.941
Propaganda 1% sobre ventas		0	2228493.6	2250722.32	2272951.05	2295179.77	2317408.49	2339637.22	2361865.941
costos administrativos 1.5 % sobre ventas		0	3342740.4	3376083.49	3409426.57	3442769.66	3476112.74	3509455.83	3542798.911
COSTOS DEL PROYECTO	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17
Mano-de-Obra	908518.3809	944580.9775	981989.663	1020792.75	1061040.23	1102783.84	1146077.13	1190975.52	1237536.341
Matéria-Prima (miel 85° brix)	173491997.7	180362883.1	187489879	194882168	202549253	210500969	218747495	227299360	236167465.2
Costos de transformación *	7152283.992	7218970.162	7285656.33	7352342.5	7419028.67	7485714.84	7552401.01	7619087.18	7685773.355
transporte y comercializacion	7269377.509	7337155.431	7404933.35	7472711.28	7540489.2	7608267.12	7676045.04	7743822.96	7811600.885
Telefono (.5% sobre ventas)	1192047.332	1203161.694	1214276.06	1225390.42	1236504.78	1247619.14	1258733.5	1269847.86	1280962.226
Sistema Seguridad 1% sobre ventas	2384094.664	2406323.387	2428552.11	2450780.83	2473009.56	2495238.28	2517467	2539695.73	2561924.452
Propaganda 1% sobre ventas	2384094.664	2406323.387	2428552.11	2450780.83	2473009.56	2495238.28	2517467	2539695.73	2561924.452
costos administrativos 1.5 % sobre ventas	3576141.996	3609485.081	3642828.17	3676171.25	3709514.34	3742857.42	3776200.51	3809543.59	3842886.677

Fuente: Elaboración propia, proyecto de inversión.

MANO DE OBRA: el costo de la mano de obra fue calculado con un salario mínimo de 64.76 pesos por día, la planta requiere 31 trabajadores para trabajar al 85 % sin embargo en el primer año la capacidad usada es del 74%, necesitando únicamente 27 trabajadores en ese año. Se multiplico el salario mínimo mensual por 1.03 a fin de aumentar la inflación al pago de los trabajadores, este valor mensual se multiplico a su vez por 13 meses, (1 mes extra por prestaciones y aguinaldos). Para concluir con un costo anual de mano de obra para el primer año de operación de \$ 690,042.04, este valor fue aumentando con los años de operación como se muestra en la tabla debido al aumento del número de trabajadores y al incremento salarial especificado, para terminar en el año 17 con un costo por mano de obra de \$ 1,237,536.34.

MATERIA PRIMA: dicho costo es resultado de la multiplicación del precio de la melaza en el año 1 de \$1280 por tonelada, con un incremento anual del 3% por conceptos de inflación, por las toneladas necesarias para la operación de la planta según la cuota de mercado del 15%. Es necesario destacar que el precio de la melaza en el año 2013 tuvo un precio mínimo de \$700 por tonelada, sin embargo para efectos del proyecto y la estimación de costos se considera un precio mayor para no minimizar dichos costos y aumentar la posibilidad de éxito del proyecto.

El costo de la materia prima para el año 2 es de \$ 131,858,086.9 de pesos, dicho costo representa más del 80% de los costos de operación de la planta. Para el año 17 el costo aumento a \$236,167,465.2 de pesos.

COSTO DE TRANSFORMACION: Los costos de transformación se especificaron como el 3% de las ventas, para el año 2 dicho costo fue de \$6,685,480.80 pesos y se fue incrementando hasta llegar a \$7,685,773.35 en el año 17, es necesario destacar que en los costos de transformación no se incluyen los costos de la mano de obra ni los costos administrativos, tampoco las piezas y reposiciones. Solo los costos de materiales necesarios e insumos para el proceso industrial, únicamente productos químicos propios del proceso de destilación y separación de alcoholes.

COSTOS DE TRANSPORTE Y COMERCIALIZACIÓN: La suma de los costos de transporte es de \$2717.57 por una pipa de 40 mil litros, es decir que por cada tonelada transportada se tendrá un costo de \$67.94. Los costos se obtuvieron de un modelo de transporte realizado en WINQSB, para más información sobre la definición del modelo consultar el capítulo 5.

Los costos totales del transporte de la materia prima y comercialización son de \$ 6, 794,932.055 para el primer año de operación, año 2, y para el año 17 es de 7,811,600.885.

TELEFONO: El costo del teléfono es de 0.5% del costo de las ventas, el costo del teléfono en el año 2 es de \$ 1, 114,246.80 de pesos, para el año 17 el costo por este concepto aumento hasta \$ 1, 280,962.23

SISTEMA DE SEGURIDAD: el costo del sistema de seguridad es el 1% de las ventas, en el primer año de operación es de \$ 2, 228,493.60 y se incrementa gradualmente hasta llegar en el año 17 a \$ 2, 561,924.45 de pesos.

PROPAGANDA: el costo de la propaganda es del 1% de las ventas, en el año 2 dicho costo es de \$ 2, 228,493.60 de pesos e incrementa gradualmente hasta llegar en el año 17 a la cantidad de \$ 2,561,924.45.

COSTOS ADMINISTRATIVOS: los costos administrativos están calculados como el 1.5% sobre las ventas y su valor para el año 2 es de \$ 3, 342,740.40, su aumento es gradual al igual que las ventas y para el año 17 llega a un total de \$ 3, 842,886.68.

COSTOS FIJOS

Los costos fijos son la suma de la mano de obra y costos de transformación únicamente, dicho valor para el año 1 es de \$ 7, 375,522.84 y para el año 17 es de \$ 8, 923,309.70

COSTOS VARIABLES

Los costos variables son la suma de la materia prima, transporte y comercialización, teléfono, sistema de seguridad, propaganda y costos administrativos. La suma de dichos valores es de \$147,566,993.31 en el año 2 de operación e incrementa gradualmente hasta \$ 254,226,763.92 en el año 17.

COSTOS TOTALES

Los costos totales son la suma de los costos fijos y variables siendo los de mayor importancia variables ya que tienen la influencia del costo de la materia prima, que como se ha explicado es el costo mayor.

Los costos totales en el año 1 son de \$154, 942,516.15 y en el año 17 se incrementan hasta \$263, 150,073.61.

7.5 INGRESOS

Tabla 13. Ingresos por ventas.

COSTOS DEL PROYECTO		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9
VENTA DE ETANOL		0	222849360	225072232	227295105	229517977	231740849	233963722	236186594.1	238409466
COSTOS DEL PROYECTO			AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17
VENTA DE ETANOL			240632339	242855211	245078083	247300956	249523828	251746700	253969572.8	256192445

Fuente: Elaboración propia, proyecto de inversión.

La única fuente de ingresos que tiene la planta de etanol, es la venta del mismo y aunque se pueden obtener ingresos superiores por la venta de vinazas para realizar compostas, dichos ingresos no se consideran en la presente corrida financiera.

Las ventas de etanol se han obtenido de la cantidad procesada por la planta multiplicada por los precios establecidos en el apartado de producción, en este mismo capítulo, los ingresos del año 2 son de \$ 222, 849,359.99 pesos, para el año 17 son de \$ 256, 192,445.16.

7.6 CREDITO

El crédito fue calculado para el 45% de la inversión inicial, con un monto solicitado de \$122, 560,635 pesos a una tasa de interés de largo plazo del 13% con un plazo de vencimiento de 17 años y una tabla de pagos constante, además de un costo de registro de \$ 100,000.00 pesos y dos años de gracia. Obtenida con los siguientes componentes:

Taza de financiamiento de Capital de largo plazo (BANXICO)

Costo financiamiento (INDEVAL)	3.00%
obligaciones largo plazo (Banxico)	5.40%
Tasa de Riesgo de Crédito (Banxico)	4.60%
Tasa Utilizada	13.00%

Una vez definida la tasa y los periodos de pago se obtiene la siguiente tabla de pagos:

Tabla 14. Amortización del Crédito.

tabla de amortización anual							
Año	saldo inicial	intereses	pago principal	saldo final	ingresos	egresos	flujo
0	\$ 122,560,635.29	\$ -	\$ -	\$ 122,560,635.29	\$ 122,560,635.29	-\$ 100,000.00	\$ 122,460,635.29
1	\$ 122,560,635.29	-\$ 1,225,606.35	\$ -	\$ 122,560,635.29	\$ -	-\$ 1,225,606.35	-\$ 1,225,606.35
2	\$ 122,560,635.29	-\$ 1,225,606.35	\$ -	\$ 122,560,635.29	\$ -	-\$ 1,225,606.35	-\$ 1,225,606.35
3	\$ 122,560,635.29	-\$ 1,225,606.35	-\$ 8,170,709.02	\$ 114,389,926.27	\$ -	-\$ 9,396,315.37	-\$ 9,396,315.37
4	\$ 114,389,926.27	-\$ 1,143,899.26	-\$ 8,170,709.02	\$ 106,219,217.25	\$ -	-\$ 9,314,608.28	-\$ 9,314,608.28
5	\$ 106,219,217.25	-\$ 1,062,192.17	-\$ 8,170,709.02	\$ 98,048,508.23	\$ -	-\$ 9,232,901.19	-\$ 9,232,901.19
6	\$ 98,048,508.23	-\$ 980,485.08	-\$ 8,170,709.02	\$ 89,877,799.21	\$ -	-\$ 9,151,194.10	-\$ 9,151,194.10
7	\$ 89,877,799.21	-\$ 898,777.99	-\$ 8,170,709.02	\$ 81,707,090.19	\$ -	-\$ 9,069,487.01	-\$ 9,069,487.01
8	\$ 81,707,090.19	-\$ 817,070.90	-\$ 8,170,709.02	\$ 73,536,381.17	\$ -	-\$ 8,987,779.92	-\$ 8,987,779.92
9	\$ 73,536,381.17	-\$ 735,363.81	-\$ 8,170,709.02	\$ 65,365,672.15	\$ -	-\$ 8,906,072.83	-\$ 8,906,072.83
10	\$ 65,365,672.15	-\$ 653,656.72	-\$ 8,170,709.02	\$ 57,194,963.13	\$ -	-\$ 8,824,365.74	-\$ 8,824,365.74
11	\$ 57,194,963.13	-\$ 571,949.63	-\$ 8,170,709.02	\$ 49,024,254.11	\$ -	-\$ 8,742,658.65	-\$ 8,742,658.65
12	\$ 49,024,254.11	-\$ 490,242.54	-\$ 8,170,709.02	\$ 40,853,545.09	\$ -	-\$ 8,660,951.56	-\$ 8,660,951.56
13	\$ 40,853,545.09	-\$ 408,535.45	-\$ 8,170,709.02	\$ 32,682,836.07	\$ -	-\$ 8,579,244.47	-\$ 8,579,244.47
14	\$ 32,682,836.07	-\$ 326,828.36	-\$ 8,170,709.02	\$ 24,512,127.05	\$ -	-\$ 8,497,537.38	-\$ 8,497,537.38
15	\$ 24,512,127.05	-\$ 245,121.27	-\$ 8,170,709.02	\$ 16,341,418.03	\$ -	-\$ 8,415,830.29	-\$ 8,415,830.29
16	\$ 16,341,418.03	-\$ 163,414.18	-\$ 8,170,709.02	\$ 8,170,709.01	\$ -	-\$ 8,334,123.20	-\$ 8,334,123.20
17	\$ 8,170,709.01	-\$ 81,707.09	-\$ 8,170,709.01	\$ -	\$ -	-\$ 8,252,416.10	-\$ 8,252,416.10

Fuente: Elaboración propia con datos de BANXICO e INDEVAL.

Como puede apreciarse en la tabla anterior los primeros dos años del crédito solo se pagan los intereses sin descontar del principal, el pago para estos 2 años es de \$ 1, 225,606.35 pesos más \$ 100,000.00 del costo de apertura del crédito.

A partir del año 3 y hasta el 17 los pagos son mayores, alrededor de 9 millones. Y comienza el descuento del capital principal.

7.7 ESTADO DE RESULTADOS

Es un documento contable que resume anualmente, durante la etapa de operación del proyecto, los ingresos y egresos totales de la empresa para llegar a obtener la utilidad neta, que sobre la base de la política de la empresa y/o normas fiscales, determinará el reparto de utilidades a los inversionistas (dividendos) y la retención de las mismas (utilidades no distribuidas).

CONCEPTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9
(+) VENTAS		\$ 222,849,359.99	\$ 225,072,232.34	\$ 227,295,104.68	\$ 229,517,977.02	\$ 231,740,849.37	\$ 233,963,721.71	\$ 236,186,594.06	\$ 238,409,466.40
COSTOS FIJOS		\$ 7,375,522.84	\$ 7,470,071.21	\$ 7,565,670.27	\$ 7,662,357.99	\$ 7,760,173.66	\$ 7,859,157.97	\$ 7,959,353.02	\$ 8,060,802.37
COSTOS VARIABLES		\$ 147,566,993.31	\$ 153,034,141.19	\$ 158,701,244.11	\$ 164,575,519.93	\$ 170,664,439.69	\$ 176,975,736.18	\$ 183,517,413.00	\$ 190,297,753.83
(-) COSTOS TOTALES		\$ 154,942,516.15	\$ 160,504,212.40	\$ 166,266,914.37	\$ 172,237,877.92	\$ 178,424,613.35	\$ 184,834,894.15	\$ 191,476,766.02	\$ 198,358,556.20
(=) UTILIDAD BRUTA		\$ 75,282,366.68	\$ 72,038,091.14	\$ 68,593,860.58	\$ 64,942,457.09	\$ 61,076,409.68	\$ 56,987,985.54	\$ 52,669,181.06	\$ 48,111,712.57
(-) DEPRECIACION		\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62
(-) AMORTIZACION		\$ 1,325,606.35	\$ 1,225,606.35	\$ 9,396,315.37	\$ 9,314,608.28	\$ 9,232,901.19	\$ 9,151,194.10	\$ 9,069,487.01	\$ 8,987,779.92
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$ 63,842,443.71	\$ 60,698,168.17	\$ 49,083,228.58	\$ 45,513,532.19	\$ 41,729,191.87	\$ 37,722,474.81	\$ 33,485,377.43	\$ 29,009,616.03
(-) IMPUESTOS		\$ 25,536,977.48	\$ 24,279,267.27	\$ 19,633,291.43	\$ 18,205,412.87	\$ 16,691,676.75	\$ 15,088,989.93	\$ 13,394,150.97	\$ 11,603,846.41
(=) UTILIDAD DEL EJERCICIO		\$ 38,305,466.22	\$ 36,418,900.90	\$ 29,449,937.15	\$ 27,308,119.31	\$ 25,037,515.12	\$ 22,633,484.89	\$ 20,091,226.46	\$ 17,405,769.62
DIVIDENDOS		\$ 26,813,826.36	\$ 25,493,230.63	\$ 20,614,956.00	\$ 19,115,683.52	\$ 17,526,260.58	\$ 15,843,439.42	\$ 14,063,858.52	\$ 12,184,038.73
UTILIDADES NO DISTRIBUIDAS		\$ 7,661,093.24	\$ 7,283,780.18	\$ 5,889,987.43	\$ 5,461,623.86	\$ 5,007,503.02	\$ 4,526,696.98	\$ 4,018,245.29	\$ 3,481,153.92
		AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17
(+) VENTAS		\$ 240,632,338.75	\$ 242,855,211.09	\$ 245,078,083.44	\$ 247,300,955.78	\$ 249,523,828.13	\$ 251,746,700.47	\$ 253,969,572.82	\$ 256,192,445.16
COSTOS FIJOS		\$ 8,163,551.14	\$ 8,267,646.00	\$ 8,373,135.25	\$ 8,480,068.90	\$ 8,588,498.68	\$ 8,698,478.15	\$ 8,810,062.70	\$ 8,923,309.70
COSTOS VARIABLES		\$ 197,325,332.03	\$ 204,609,020.56	\$ 212,158,002.23	\$ 219,981,780.34	\$ 228,090,189.62	\$ 236,493,407.57	\$ 245,201,966.14	\$ 254,226,763.92
(-) COSTOS TOTALES		\$ 205,488,883.17	\$ 212,876,666.55	\$ 220,531,137.48	\$ 228,461,849.24	\$ 236,678,688.31	\$ 245,191,885.71	\$ 254,012,028.85	\$ 263,150,073.61
(=) UTILIDAD BRUTA		\$ 43,307,006.72	\$ 38,246,190.54	\$ 32,920,081.21	\$ 27,319,175.44	\$ 21,433,638.50	\$ 15,253,292.91	\$ 8,767,606.67	\$ 1,965,681.24
(-) DEPRECIACION		\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62	\$ 10,114,316.62
(-) AMORTIZACION		\$ 8,906,072.83	\$ 8,824,365.74	\$ 8,742,658.65	\$ 8,660,951.56	\$ 8,579,244.47	\$ 8,497,537.38	\$ 8,415,830.29	\$ 8,334,123.20
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$ 24,286,617.26	\$ 19,307,508.17	\$ 14,063,105.93	\$ 8,543,907.25	\$ 2,740,077.41	\$ 3,358,561.10	\$ 9,762,540.24	\$ 16,482,758.58
(-) IMPUESTOS		\$ 9,714,646.90	\$ 7,723,003.27	\$ 5,625,242.37	\$ 3,417,562.90	\$ 1,096,030.96	\$ 1,343,424.44	\$ 3,905,016.10	\$ 6,593,103.43
(=) UTILIDAD DEL EJERCICIO		\$ 14,571,970.36	\$ 11,584,504.90	\$ 8,437,863.56	\$ 5,126,344.35	\$ 1,644,046.44	\$ 2,015,136.66	\$ 5,857,524.14	\$ 9,889,655.15
DIVIDENDOS		\$ 10,200,379.25	\$ 8,109,153.43	\$ 5,906,504.49	\$ 3,588,441.05	\$ 1,150,832.51	\$ 1,410,595.66	\$ 4,100,266.90	\$ 6,922,758.60
UTILIDADES NO DISTRIBUIDAS		\$ 2,914,394.07	\$ 2,316,900.98	\$ 1,687,572.71	\$ 1,025,268.87	\$ 328,809.29	\$ 403,027.33	\$ 1,171,504.83	\$ 1,977,931.03

A Las ventas se restan los costos totales que son la suma de los costos fijos y variables, al resultado se le conoce como utilidad bruta, en la tabla anterior se muestra la utilidad bruta del año dos con un valor de \$ 75, 282,366.68 pesos, a la utilidad bruta se le resta la depreciación y la amortización del crédito, obteniendo la utilidad antes de impuestos y por ultimo a esta utilidad se le restan los impuestos, sumando el 30% del ISR mas el 10% del PTU, para obtener la utilidad del ejercicio. Que en el año 2 fue de \$ 38,305,466.22 pesos.

Los dividendos son el 70% de las utilidades del ejercicio y las utilidades no distribuidas son del 20% del valor de la utilidad del ejercicio.

Tabla 15. Costos de Depreciación

COSTOS DE DEPRECIACIONES							
ACTIVO FIJO	VALOR ORIGINAL	Periodo de vida (Años)		Depreciacion Anual		Valor Residual (Vida economica)	Valor de Reposicion
		Tecnica	Economica	Valor	Porcentaje		
Terrenos	\$ 2,376,000.00	30	20	79200	3%	792000	\$ 1,584,000.00
Construccion civil	\$ 59,608,800.00	30	25	1986960	3%	9934800	\$ 49,674,000.00
Equipamiento piezas y reposiciones	\$ 135,280,607.07	20	15	\$ 6,764,030.35	5%	33820151.77	\$ 101,460,455.30
Muebles y equipo de oficina	\$ 264,424.52	8	6	33053.065	13%	66106.13	\$ 198,318.39
Vehículos	\$ 8,757,512.43	7	5	1251073.204	14%	2502146.409	\$ 6,255,366.02
TOTAL	\$ 206,287,344.02			10114316.62		47115204.31	\$ 159,172,139.71

Fuente: Elaboración propia, proyecto de inversión.

Los activos fijos que se depreciaron son los terrenos, la construcción civil, el equipamiento piezas y reposiciones, los muebles y el equipo de oficina, y para finalizar los vehículos.

El valor original de los terrenos es de \$ 2, 376,000.00 pesos la vida técnica estándar calculada en los proyectos según FIRA, es de 30 años, la vida económica es de 20 años, la depreciación anual de dicho concepto es de \$79,200.00 pesos equivalentes a un 3% de depreciación, el valor de reposición de terrenos al finalizar el horizonte del proyecto es de \$ 1, 584,000.00 pesos.

La construcción civil tiene un valor de 59 millones de pesos aproximadamente, el periodo de vida técnica es de 30 años y el económico de 25, la depreciación anual es del 3% con un valor de \$1, 986,960.00 pesos. El valor de reposición es de \$ 49, 674,000.00 pesos.

El equipamiento, piezas y reposiciones tiene un valor de 135 millones aproximadamente, con un periodo de vida técnica de 20 años y de económica 15 años, la depreciación anual es del 5% con un valor de \$ 6, 764,030.35 pesos , el valor de reposición es de \$ 101,460,455.30 pesos

Los muebles y equipo de oficina tienen un valor de \$ 264,424.52 pesos un periodo de vida técnica de 8 años y una vida económica de 6, la depreciación anual es de 13% y su valor es de \$ 33053.065 el valor de reposición es de \$ 198,318.39 pesos.

Los vehículos tienen un valor de \$ 8, 757,512.43 pesos una vida técnica de 7 años y una vida económica de 5, su porcentaje de depreciación es del 14% y su valor es de \$ 1251073.204 pesos, el valor de reposición por concepto de vehículos es de \$ 6, 255,366.02 pesos.

El valor total de la reposición de todos los costos fijos es de **\$ 159, 172,139.71** pesos.

Tabla 16. Cálculo del valor de rescate.

CALCULO DE VALOR DE RESCATE						
ACTIVO FIJO	VALOR ORIGINAL	Año de Ultima Adquisición	Periodo de Uso	Depreciación Anual	Depreciación Total	Valor de Rescate
Terrenos	\$ 2,376,000.00	1	0.85	79200	67320	\$ 2,308,680.00
Construccion civil	\$ 59,608,800.00		0.68			
Equipamiento piezas y reposiciones	\$ 135,280,607.07	15	1.13	6764030.354	7665901.067	\$ 127,614,706.00
Muebles y equipo de oficina	\$ 264,424.52	12	2.83	33053.065	93650.35083	\$ 170,774.17
Vehículos	\$ 8,757,512.43	15	3.40	1251073.204	4253648.895	\$ 4,503,863.54
TOTAL	\$ 206,287,344.02			\$ 8,127,356.62	\$ 12,080,520.31	\$ 134,598,023.71

Fuente: Elaboración propia, proyecto de inversión.

El cálculo del valor de rescate fue hecho restándole la depreciación total al valor original de los activos fijos, en la tabla anterior se muestran los valores unitarios para cada activo fijo así el último año de adquisición de dicho activo, el periodo de uso, la depreciación anual y total. La sumatoria del valor de rescate es de **\$ 134, 598,023.71** pesos.

7.8 FLUJO DE EFECTIVO

Tabla 17. Flujo de efectivo.

CONCEPTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9
(+) VENTAS	0	222849360	225072232.3	227295104.7	229517977	231740849.4	233963721.7	236186594.1	238409466.4
(+) VALOR DE RESCATE									
(=) INGRESOS TOTALES	0	222849360	225072232.3	227295104.7	229517977	231740849.4	233963721.7	236186594.1	238409466.4
COSTOS FIJOS	0	7375522.844	7470071.209	7565670.268	7662357.987	7760173.663	7859157.973	7959353.018	8060802.373
COSTOS VARIABLES	0	147566993.3	153034141.2	158701244.1	164575519.9	170664439.7	176975736.2	183517413	190297753.8
(=) COSTOS TOTALES	0	154942516.2	160504212.4	166266914.4	172237877.9	178424613.4	184834894.1	191476766	198358556.2
COMPRA ACTIVO FIJO	206287344								
COMPRA ACTIVO DIFERIDO	55824509.09								
COMPRA CAPITAL DE TRABAJO	4492935.616								
(=) SALDO FINAL	-266604788.7	67906843.84	64568019.93	61028190.31	57280099.1	53316236.02	49128827.57	44709828.04	40050910.2
CONCEPTOS	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	
(+) VENTAS		240632338.7	242855211.1	245078083.4	247300955.8	249523828.1	251746700.5	253969572.8	256192445.2
(+) VALOR DE RESCATE									134598023.7
(=) INGRESOS TOTALES		240632338.7	242855211.1	245078083.4	247300955.8	249523828.1	251746700.5	253969572.8	390790468.9
COSTOS FIJOS		8163551.14	8267645.996	8373135.251	8480068.899	8588498.683	8698478.148	8810062.705	8923309.695
COSTOS VARIABLES		197325332	204609020.6	212158002.2	219981780.3	228090189.6	236493407.6	245201966.1	254226763.9
(=) COSTOS TOTALES		205488883.2	212876666.6	220531137.5	228461849.2	236678688.3	245191885.7	254012028.8	263150073.6
COMPRA ACTIVO FIJO									
COMPRA ACTIVO DIFERIDO									
COMPRA CAPITAL DE TRABAJO									
(=) SALDO FINAL		35143455.58	29978544.54	24546945.96	18839106.54	12845139.82	6554814.757	-42456.03084	127640395.3

Fuente: Elaboración propia proyecto de inversión.

El flujo de efectivo se ha calculado de la siguiente forma; las ventas más el valor de rescate dan los ingresos totales, a los ingresos se restan los costos totales que son la suma de costos fijos y variables, los conceptos de compra de activo fijo, diferido y capital de trabajo solo son efectivos para el primer año y también se restan de los ingresos. El saldo final que se obtiene es precisamente el flujo de efectivo.

El flujo de efectivo en el primer año es negativo debido a que no hay ingresos pero si compra de activos definidos como inversión inicial. El primer año el saldo es de -\$ 266,604,788.72 pesos, a partir del segundo año los ingresos son positivos, en el año 2 dicho valor es de \$ 67,906,843.84 pesos , con el paso de los años el flujo se hace más pequeño e incluso en año 16 es negativo, este fenómeno se da por el incremento del costo de la materia prima, mano de obra y transportes, y ante este aumento en costos de los insumos, los precios de venta se mantienen constantes en la media establecida por RISK.

En el año 17 el flujo es positivo porque se le agrega el valor de rescate, de otra forma sería igualmente negativo.

7.9 PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio se calculó con las siguientes formulas:

a. Punto de equilibrio en el valor de ventas (PEVV).

$$PEVV = CFT / (1 - (CVT / IT))$$

c. Punto de equilibrio en porcentaje sobre la capacidad en funcionamiento (PEPCF).

$$PEPCF = (PEVV / IT) 100$$

Simulación y proyecto de inversión para producción de etanol, a partir de mieles de caña de azúcar

Las formulas anteriores se aplicaron a los costos calculados previamente y a los ingresos respectivos, a continuación se muestra la tabla de cálculos:

Tabla 18. Punto de equilibrio

CONCEPTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9
VENTAS	0	\$ 222,849,359.99	\$ 225,072,232.34	\$ 227,295,104.68	\$ 229,517,977.02	\$ 231,740,849.37	\$ 233,963,721.71	\$ 236,186,594.06	\$ 238,409,466.40
COSTOS FIJOS	0	\$ 7,375,522.84	\$ 7,470,071.21	\$ 7,565,670.27	\$ 7,662,357.99	\$ 7,760,173.66	\$ 7,859,157.97	\$ 7,959,353.02	\$ 8,060,802.37
COSTOS VARIABLES	0	\$ 147,566,993.31	\$ 153,034,141.19	\$ 158,701,244.11	\$ 164,575,519.93	\$ 170,664,439.69	\$ 176,975,736.18	\$ 183,517,413.00	\$ 190,297,753.83
COSTOS TOTALES	0	\$ 154,942,516.15	\$ 160,504,212.40	\$ 166,266,914.37	\$ 172,237,877.92	\$ 178,424,613.35	\$ 184,834,894.15	\$ 191,476,766.02	\$ 198,358,556.20
PUNTO DE EQUILIBRIO \$		\$ 21,832,875.58	\$ 23,339,119.29	\$ 25,069,879.45	\$ 27,080,110.35	\$ 29,444,252.62	\$ 32,265,710.60	\$ 35,692,457.00	\$ 39,943,944.83
PUNTO DE EQUILIBRIO %		10%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	17%
CONCEPTOS	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	
VENTAS	\$ 240,632,338.75	\$ 242,855,211.09	\$ 245,078,083.44	\$ 247,300,955.78	\$ 249,523,828.13	\$ 251,746,700.47	\$ 253,969,572.82	\$ 256,192,445.16	
COSTOS FIJOS	\$ 8,163,551.14	\$ 8,267,646.00	\$ 8,373,135.25	\$ 8,480,068.90	\$ 8,588,498.68	\$ 8,698,478.15	\$ 8,810,062.70	\$ 8,923,309.70	
COSTOS VARIABLES	\$ 197,325,332.03	\$ 204,609,020.56	\$ 212,158,002.23	\$ 219,981,780.34	\$ 228,090,189.62	\$ 236,493,407.57	\$ 245,201,966.14	\$ 254,226,763.92	
COSTOS TOTALES	\$ 205,488,883.17	\$ 212,876,666.55	\$ 220,531,137.48	\$ 228,461,849.24	\$ 236,678,688.31	\$ 245,191,885.71	\$ 254,012,028.85	\$ 263,150,073.61	
PUNTO DE EQUILIBRIO \$	\$ 45,360,198.09	\$ 52,497,801.36	\$ 62,334,959.83	\$ 76,763,998.56	\$ 99,984,660.52	\$ 143,563,307.05	\$ 255,199,388.48	\$ 1,162,998,598.67	
PUNTO DE EQUILIBRIO %		19%	22%	25%	31%	40%	57%	100%	454%

Fuente: Elaboración propia, proyecto de inversión.

La planta de procesamiento de etanol, en su punto de equilibrio, tiene un beneficio igual a cero. En este caso tenemos que al momento de vender el 10% del total de la mercancía para el año 2, los costos se igualan a los beneficios y cualquier incremento en las ventas representa una ganancia.

El punto de equilibrio es bajo porque los costos de la materia prima que es el mayor de todos los costos se considera variable, si dicho costo se considerara fijo, el punto de equilibrio de la planta estaría cercano al 80%.

En el año 16 y 17 el punto de equilibrio se dispara porque la planta opera con pérdidas, es decir, los costos son mayores que los ingresos por ventas. En el año 16 se el punto de equilibrio es de las del 100% y en el 17 sobre el 400%.

7.10 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

En el análisis de rentabilidad se calculó el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio Costo (B/C).

Tabla 19. Análisis de Rentabilidad.

CONCEPTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9
INGRESOS	\$ -	\$ 222,849,359.99	\$ 225,072,232.34	\$ 227,295,104.68	\$ 229,517,977.02	\$ 231,740,849.37	\$ 233,963,721.71	\$ 236,186,594.06	\$ 238,409,466.40
COSTOS	\$ 266,604,788.72	\$ 154,942,516.15	\$ 160,504,212.40	\$ 166,266,914.37	\$ 172,237,877.92	\$ 178,424,613.35	\$ 184,834,894.15	\$ 191,476,766.02	\$ 198,358,556.20
FLUJO DE EFECTIVO	-\$ 266,604,788.72	\$ 67,906,843.84	\$ 64,568,019.93	\$ 61,028,190.31	\$ 57,280,099.10	\$ 53,316,236.02	\$ 49,128,827.57	\$ 44,709,828.04	\$ 40,050,910.20
TASA (1+i) ⁻ⁿ	1.00	0.91	0.83	0.75	0.68	0.62	0.56	0.51	0.47
INGRESOS ACTUALIZADOS	\$ -	\$ 202,590,327.26	\$ 186,010,109.37	\$ 170,770,176.32	\$ 156,763,866.56	\$ 143,892,834.80	\$ 132,066,421.49	\$ 121,201,068.16	\$ 111,219,775.59
EGRESOS ACTUALIZADOS	\$ 266,604,788.72	\$ 140,856,832.87	\$ 132,648,109.42	\$ 124,918,793.67	\$ 117,640,788.14	\$ 110,787,646.99	\$ 104,334,479.11	\$ 98,257,856.93	\$ 92,535,730.40
CONCEPTOS	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	TOTAL
INGRESOS	\$ 240,632,338.75	\$ 242,855,211.09	\$ 245,078,083.44	\$ 247,300,955.78	\$ 249,523,828.13	\$ 251,746,700.47	\$ 253,969,572.82	\$ 256,192,445.16	\$ 3,966,932,464.91
COSTOS	\$ 205,488,883.17	\$ 212,876,666.55	\$ 220,531,137.48	\$ 228,461,849.24	\$ 236,678,688.31	\$ 245,191,885.71	\$ 254,012,028.85	\$ 263,150,073.61	\$ 3,540,042,352.22
FLUJO DE EFECTIVO	\$ 35,143,455.58	\$ 29,978,544.54	\$ 24,546,945.96	\$ 18,839,106.54	\$ 12,845,139.82	\$ 6,554,814.76	\$ 42,456.03	\$ 127,640,395.25	\$ 426,890,112.69
TASA (1+i) ⁻ⁿ	0.42	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	8.82
INGRESOS ACTUALIZADOS	\$ 102,051,601.77	\$ 93,631,196.94	\$ 85,898,373.14	\$ 78,797,705.76	\$ 72,278,164.90	\$ 66,292,774.40	\$ 60,798,296.51	\$ 85,047,392.01	\$ 1,869,310,084.98
EGRESOS ACTUALIZADOS	\$ 87,147,345.96	\$ 82,073,170.27	\$ 77,294,818.33	\$ 72,794,985.84	\$ 68,557,385.45	\$ 64,566,686.81	\$ 60,808,460.15	\$ 57,269,123.10	\$ 1,759,097,002.16

Fuente: Elaboración propia, proyecto de inversión.

El VAN se calculó con respecto al flujo de efectivo de los 17 años que son el horizonte del Proyecto, obteniendo un valor de \$100,193,711.66 pesos. Significa que durante la vida útil del proyecto a una tasa de actualización del 10% se va a obtener una utilidad neta de \$100, 193,711.16 pesos y como es ≥ 0 Se acepta.

La Tasa Interna de Retorno se Calculó también con el flujo de efectivo de los 17 años de la planta, y se obtuvo una tasa del 18%. Significa que durante la vida útil del proyecto, se recupera la inversión y se obtiene una rentabilidad en promedio de 18%. Y como es $\geq$ a la Tasa de Actualización Se acepta.

La relación Beneficio Costo es de 1.06 y se calculó con los totales de los ingresos y egresos actualizados. Significa que durante la vida útil del proyecto, a una tasa de actualización del 10%, por cada peso invertido se tendrán 6 centavos de beneficio y como es ≥ 1 Se acepta.

7.11 VALORACIÓN DE INVERSIONES

Para valorar las inversiones y las fuentes de financiamiento involucradas comparando el proyecto con una cartera de inversiones promedio del mercado mexicano se calcularon dos índices, el CAPM, y el WACC.

CAPM: modelo de valoración de activos financieros, en inglés (Capital Asset Pricing Model) para capitales propios. Su fórmula es:

$$CAPM = R_f + \beta (R_m - R_f) + \text{riesgo país}$$

R_f = rendimiento libre de riesgo = tasa directa de cetes a 10 años= 3.12%

R_m = coeficiente de riesgo en cartera diversificada (IPC de la BMV) = 9.91% constante a 10 años, fuente: COFINSA

Premio de riesgo de mercado ($R_m - R_f$) = 6.79% (Utilizado por las empresas del sector)

Beta de los ingenios en México¹⁹ =1,39

Premio de Riesgo País= 1,5%

El CAPM indica el rendimiento mínimo exigible por los accionistas al proyecto en cuestión, para mostrarse indiferentes entre invertir en ese proyecto o realizar inversiones en alguna cartera diversificada del mercado bursátil. El resultado de la valuación para CAPM es positivo con un valor de 14.06% y como es menor a la TIR de 18% se acepta.

WACC: Coste Medio Ponderado de Capital (CMPC), en inglés, Weighted Average Cost of Capital. Su fórmula es:

¹⁹ Fuente: ARQ. Sergio Contreras Valdés, Maquinaria Tesouro, consultora federal de industrias (COFINSA SA de CV)

$$WACC = [R_p \times CP / IT] + [R_t \times (CT / IT) \times (1 - ISR_i)]$$

R _t = Tasa de deuda (%)		13%	
CT = capital de terceros		\$ 122,560,635.29	
R _p = costo de capital propio (%)		14.06 (capm)	
CP = capital propio		\$ 149,796,332.02	
IT = inversión total		\$ 266,604,788.72	
ISR _i = Impuestos sobre la renta		30.0%	
CP/IT	0.5618666		
CT/IT	0.4597091		

El valor del WACC es de 7.94, indica el rendimiento mínimo exigible por los accionistas y por la fuente de financiamiento al proyecto según su composición de capitales. En este caso solo tenemos dos agentes en la composición el capital propio con una aportación del 55% y el capital financiado por terceros, en este caso un banco del 45%.

Como la rentabilidad de la empresa es mayor al WACC entonces el proyecto agrega valor a dicha empresa y se acepta como viable.

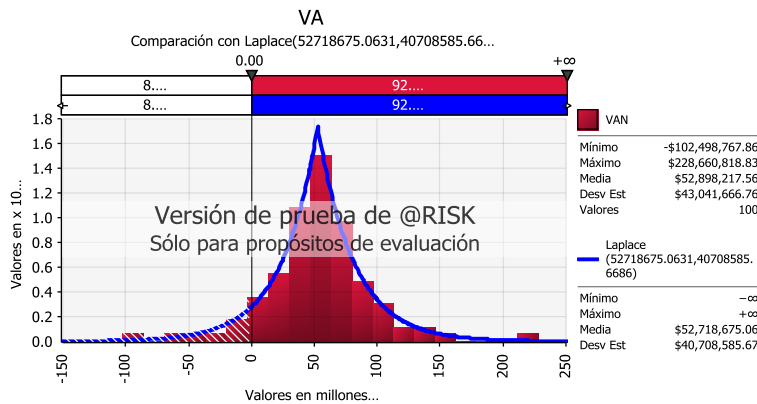
En promedio el WACC de un ingenio azucarero es del 7%, y el de la planta de destilación y procesamiento de Etanol del 7.94% es mayor por el riesgo que representa realizar una nueva inversión y por la curva de aprendizaje implícita en el proyecto.

CAPÍTULO 8. LA SIMULACIÓN DE MONTECARLO

Se realizó una simulación en el programa RISK 6 para determinar las distribuciones de las variables que influyen en el modelo, y poder calcular la probabilidad de éxito del proyecto. Las variables tomadas en cuenta son: el VAN, los ingresos, los costos, el flujo de efectivo y los precios, se incluye en la simulación salidas con iteración aleatorias de 100 sucesos.

El VAN se comporta como una distribución de Laplace, con valor máximo de \$228,660,818.83 pesos, un valor mínimo de -\$102,498,767.86 y una media de \$52,898,217.56. la probabilidad de que el van sea positivo, es decir que se genere dinero con el proyecto es del 92%.

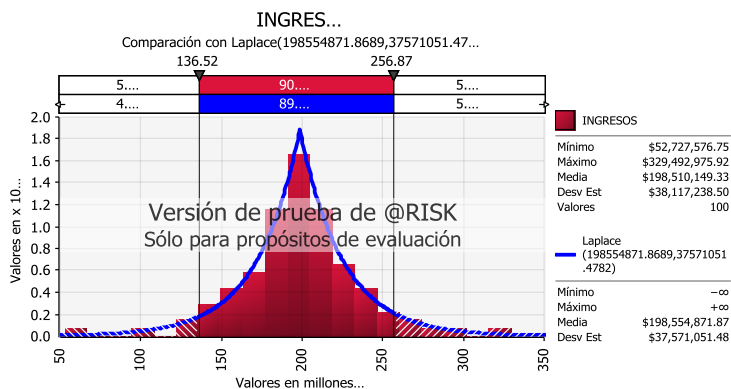
Grafica 3. Distribución del VAN.



Fuente: Programa RISK con datos del proyecto de inversión.

Los ingresos tienen una distribución de una distribución de Laplace al igual que el van, dejando las dos colas de la distribución al 5% tenemos un margen de ingresos entre los 136 y 256 millones de pesos, el valor mínimo es de 52 millones, el máximo de 329 y el medio de 198 millones aproximadamente, se muestra grafico a continuación.

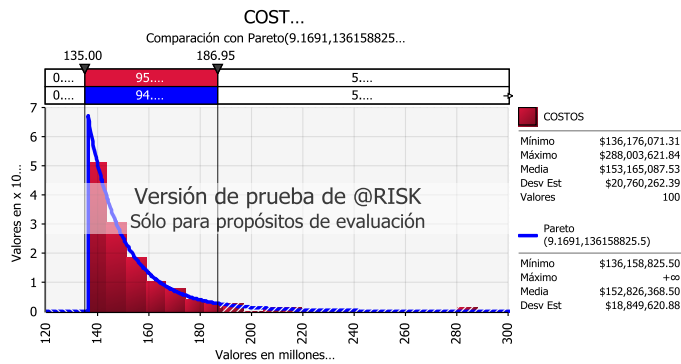
Grafica 4 Distribución de los ingresos.



Fuente: Programa RISK con datos del proyecto de inversión.

Los costos tienen una distribución de Pareto, con valores mínimos de 136 millones, máximos de 288 y valores medios de 153 millones. La probabilidad de que los costos sean mayores a los ingresos medios es únicamente del 3%, por lo que su riesgo es bajo, sin embargo ocurre en los años 16 y 17 sobre todo debido al aumento en el costo de la materia prima.

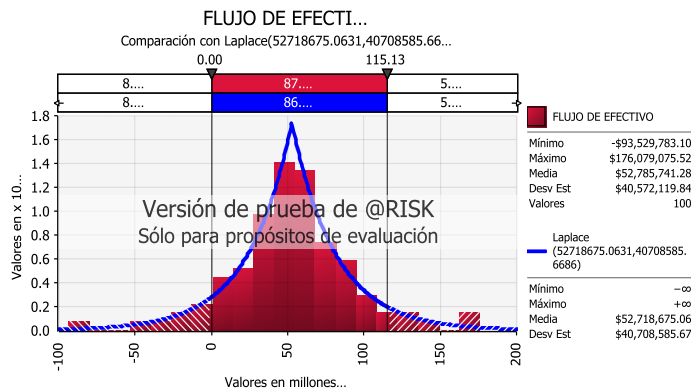
Grafica 5. Distribución de los Costos.



Fuente: Programa RISK con datos del proyecto de inversión.

El flujo de efectivo se comporta con una distribución de Laplace, al igual que el VAN y los ingresos, su valor mínimo es de -\$93, 529,783.10 el máximo de \$176, 079,075.52 y su valor medio es de 52 millones.

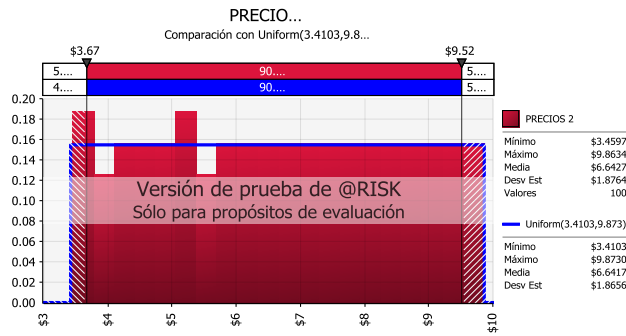
Grafica 6. Distribución del Flujo de efectivo.



Fuente: Programa RISK con datos del proyecto de inversión.

Los precios tienen una distribución uniforme, se tomaron los valores de precios desde el año de 1983 para aumentar la confiabilidad de la simulación, el valor mínimo es de \$3.4597 pesos por litro de etanol el máximo de \$9.8634 y el valor medio de \$6.6427, fue este valor el que se utilizó para la proyección de ingresos por ventas, explicado en el apartado de precios y ventas.

Grafica 7. Distribución de los precios.



Fuente: Programa RISK con datos del proyecto de inversión.

La probabilidad de que los precios sean mayores a los especificados en la presente corrida financiera es del 49%.

El valor que más influye en éxito o no del proyecto de inversión son los costos, a su vez estos están influidos en gran parte por el costo de la materia prima, siendo este el valor más importante a considerar.

Para efectos del presente proyecto de inversión se considera que la variable costos de materia prima fue especificada de forma correcta e incluso con costes superiores a los que pudieran presentarse en el mercado, recordando que para el año 2013 el costo bajo hasta los 700 pesos por tonelada y no los 1200 que se utilizaron, sin embargo el precio de la melaza está ligado con los periodos de alta producción azucarera, es decir, cuando la producción de azúcar aumenta el costo de las mieles baja debido a la sobreoferta que existe en el mercado, así pues cuando hay años en que la producción de azúcar no es buena debido a factores climáticos de la producción de la caña, el costo de las mieles tiende a ser mayor. Estos factores deberán ser considerados en cualquier proyecto de producción de etanol basado en mieles de los ingenios azucareros.

CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto de inversión realizado para una planta de destilación de etanol a partir de melazas es viable, tanto el VAN, la TIR, la relación B/C y los indicadores de inversión CAPM y WACC son positivos para el proyecto.

La simulación de Montecarlo para el presente proyecto arroja que existen 92% de probabilidades de que el VAN sea positivo para el proyecto y solo un 8% para valores negativos del VAN que reflejarían pérdidas.

El costo de transporte aunque es importante para definir la ubicación del proyecto, no es un costo determinante para la viabilidad del proyecto como lo es el costo de la materia prima, entonces la ubicación de la planta de destilación de etanol deberá ubicarse donde los precios de la materia prima sean más favorables, ya sea por contratos previamente establecidos o lugares donde exista sobreoferta de melazas.

México presenta suficientes condiciones para considerar seriamente la progresiva introducción del etanol anhidro combustible en su matriz energética. En un contexto de creciente dependencia de combustibles refinados importados, hay disponibilidad de recursos naturales, la tecnología de producción es conocida y los estudios de factibilidad económica señalan la atractividad del etanol, especialmente el derivado de caña de azúcar, en este caso a partir de mieles.

Con potencial para producción de etanol, existen en México ya 58 ingenios azucareros, procesando la caña cosechada en 612 mil hectáreas y produciendo en torno de 5 millones de toneladas de azúcar por año. Una parte de estos ingenios posee destilerías, con una capacidad instalada para producir anualmente cerca de 167 mil m³ de etanol de todos os tipos, incluyendo 33 mil m³ de etanol anhidro. Razón por la que no es necesario para dichos ingenios instalar una planta de destilación ya que forma parte de sus activos actuales.

La planta de destilación aumenta los ingresos de los ingenios azucareros considerablemente, además de que mejora el uso de energía, produce electricidad y etanol, y en caso de que la producción de etanol no sea rentable por factores adversos de los mercados internacionales, la planta se puede utilizar para producir azúcar. Se destaca que en el presente proyecto la planta se considera independiente a los ingenios, pero si se utiliza como una adición a la capacidad ya instalada de los ingenios, los indicadores financieros serían mayores, principalmente por el descuento del costo de transporte y el costo de la materia prima.

BIBLIOGRAFÍA

1. BNDES y CGEE. “Bioetanol de caña de azúcar, energía para el desarrollo sustentable”, “Bioetanol de cana-de-açúcar energia para o desenvolvimento Sustentável” (En portugués). Rio de Janeiro. Brasil 2008.
2. UNICAMP. “La producción de etanol en micro y mini destilerías” “A produção de etanol em micro e mini-destilarias” (en portugués). Campinas, SP, Brasil 2006.
3. SENER-BID-GTZ. Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiesel para el Transporte en México. Executive Summary. 2006.
4. SENER-GTZ. Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México. 2006.
5. CEPAL. Costos y precios para etanol combustible en América Central. 2006.
6. FAO. The Brazilian ethanol programme: impacts on world ethanol and sugar markets. 2003
7. USDA. Brazil's Ethanol Industry, BIO-02 Looking Forward (en ingles). Constanza Valdes. USDA.2011
8. USDA. Sugar: World Markets and Trade (en ingles). Mayo 2013.
9. CME GROUP. Ethanol outlook report (en ingles). Noviembre 2013.

BIBLIOGRAFÍA ELECTRONICA

1. Reservas probadas de petróleo en México:
<http://cuentame.inegi.gob.mx/economia/petroleo/cuantoahay.aspx?tema=E>
2. Sistema de información del azúcar (INFOAZUCAR):
<http://www.infocana.gob.mx/>
<http://www.campomexicano.gob.mx/azcf/reportes/reportes.php?tipo=CIERRE>
3. Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT):
http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdSolRutas
4. CAPUFE, rendimiento de combustibles por modelo de auto.
<http://www.capufe.gob.mx/normateca/normas/05viaticos/anexo11.htm>
5. PEMEX Precios Diesel
http://www.ri.pemex.com/files/dcpe/petro/epublico_esp.pdf
6. SIAP-SAGARPA Bioetanol de caña (precios e indicadores)
<http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/bioetanol/prouccion-a-partir-de-cana-de-azucar.html>

ANEXOS.

1. Salida de simulación de Montecarlo para las 5 variables propuestas, con 100 iteraciones.

salidas de la simulación con 100 iteraciones				
VAN	INGRESOS	COSTOS	FLUJO DE EFECTIVO	PRECIOS 2
RiskLaplace(52718675.0631,40708)	RiskLaplace(198554871)	RiskPareto(9.1691,136)	RiskLaplace(52718675)	RiskUniform(3.4103,9)
Analisis de RentabilidadID14	Analisis de Rentabilidad	Analisis de Rentabilidad	Analisis de Rentabilidad	Analisis de Rentabilidad
42490925.57	201146969.6	192666474	-14356673.92	3.976303346
80816821.14	203451222.5	147070805.9	58247496.07	7.381941499
99273577.94	193199038.5	139511829.2	-40018472.67	9.784245384
88566556.36	273044929.9	152047714.5	51868003.06	4.231105453
108371677.2	188917298.6	141345235.3	74761785.17	3.856151687
164642060	255609494.6	155715968.2	63013477.43	5.486840589
57859632.5	198747735.2	158521449.1	135135817.1	4.536803202
60447046.18	225103059.9	137836554.7	60392037.24	7.417863118
28688474.89	209619797.9	159473375.4	38069906.61	7.006765493
111060181.9	131296972.3	298112680.3	2449193.994	3.585231371
56218832.68	227075118.2	160201432.4	61181549.24	7.290821299
54387960.64	202919856.1	174251438.1	32604813.03	4.354652083
202647506.6	179478777.2	153025190.5	91343648.71	6.062501356
95236011.1	180387901.7	137409506.9	-2187415.83	6.656620723
38804613.03	211927399.6	149373513.1	16807116.48	7.170029064
54721232.49	147413785.2	160624720	62588218.44	8.80631467
51934991.98	204479340.8	142934736.4	67522021.36	6.057424837
77670482.58	254080988.1	138846604.7	33499921.8	5.938473018
-54815183.66	193429503.2	156740785.2	84246761.94	5.883843803
115316035.4	215586135.3	136489810.8	35731039.86	5.357600214
91767574.78	223104122.3	155976128.4	42929598.37	7.266154779
140271536	264773258.6	140220600	-876343.4186	4.669716085
70546163.25	199379706.3	183042513.3	53179444.63	4.767827883
122325299.8	233859138.1	173135932.5	46668427.18	3.72430497
86050971.75	219672214.3	145629180.6	-8837802.815	5.052969802
52435949.11	221541912.9	188185647.2	18526150.78	5.731356066
23296054.62	210872380.1	180240030.1	54826173.98	3.500083239
97500688.86	207152229.2	148403391.7	112237864.6	4.945725361
104243224.6	175262506.3	146373184.1	30688187.65	7.83415634
-2391969.851	243305527.4	145301477.8	37289800.59	5.55146654
49768446.99	217962205.2	136415712.3	15792459.21	8.965582075
130813399.8	218462490.4	163726945.9	49876666.94	9.474842577
61448183.13	314834170.2	140008265.2	77189321.14	6.165155055
58504361.88	244274654.9	144579217.7	13890776.7	5.783807899
49555213.76	186424073.4	149705214.8	26980479.86	4.396481831
66631820.44	178812084.4	215651182	56266549.64	7.716733715
9007433.876	197815415	137342116.7	44322301.85	7.494447194
1213592.663	200283001.7	136725787.1	61836001.87	4.852016039
69907935.42	189470030	138694901.6	81087778.89	9.534485579
91095821.36	228257991.4	166629108.5	8007005.293	7.874414691
71897452.8	122719133.2	157721202.2	67071119.18	6.883256825
-5298403.286	191842863.8	141952386.6	70921841.61	4.491686917
19167282.76	162023937.4	153656356.7	52706813.52	8.277868542
50876544.03	214083171	153855275.6	54112977.53	4.002095124
59447517.44	221805779.6	151639368.2	53445437.49	8.427093624
80243722.73	208557426.3	137603622.7	40519882.47	9.855851173
67884032.78	249837442.4	141112501.3	89096927.99	9.102468514
53055418.53	166124682	162283447.9	57436724.69	5.452583073
33073783.74	196083255.6	154618122	58847865.18	7.663895422
27051709.46	199676878.5	147431922.7	50535391.13	5.259389185
32525155.81	198318264.4	137097349.7	66400883.14	8.049088985
4635972.08	238410214	145514885.7	512298043.21	8.76295475
43798646.37	182125827.6	168801020.8	11531698.8	9.35392313
-13895917.78	213738024.1	144482628.7	28880664.46	4.09332216
5872614.643	205131617.7	157516366.4	55448571.61	6.456632332
53754569.11	187208033.8	139094729.3	45958235.58	9.367210266
44264321.77	188240325.2	141636064.2	43269054.74	4.155386409
73003633.09	172008177.6	138082689.2	34773234.72	3.616107424
57595026.98	190357850.2	138390736.3	36348564.78	4.299456508
-29730903.3	239216268.1	200015761.5	48649226.41	3.414792013
75326128.65	205606316.7	139655050.9	11129310.07	4.625261669
65697701.99	156370425.5	140861415.9	3875970.638	4.971107184
45224210.04	194232619.5	139224458.1	49046937.17	5.181726272
56942379.09	192384579.5	137018061.2	30238314.57	6.813816638
61219050.92	293079379.1	141181082.3	126466074.2	8.209305855
64496677.08	162848807.5	146616693.1	44954122.62	6.447491082
34664568	208941819.6	171556437.8	41602579.59	7.083475813
74015358.24	182291047.9	147878536.6	56747352.01	8.631566353
41301858.82	280353694.6	196897272.2	-7869046.022	6.218327848
36672797.36	177517780.1	150865220	65376982.19	6.285652825
41695434.39	140348465.9	136909638.6	79478252.99	7.593575897
55304576.3	170457419.8	139861853.3	153098358.3	8.542812756
48902283.55	232285343.4	151297031.4	94518870.41	5.636373731
12685407.76	197390148	164768645.4	83329313.29	8.692350271
40624241.6	145738870.2	140537124.3	39675710.02	4.714441931
23822820.13	236080939.3	148897855.1	26131829.92	9.203184538
9642001.877	169057416.3	165958190.6	-36027952	5.823278611
46226329.68	1431842829.3	143116090.6	41627140.72	3.794789825
62888508.35	111732685.7	168063312.1	121087321	8.510551981
841128071.96	207805547.6	136261843.1	76045622.24	6.540359309
47521672.78	184816906.5	150187895	73353061.4	8.192065603
35487829.15	202343975.5	142689318	47094059.95	9.687929741
31542011.22	185091363.9	142055631.9	103618785.5	7.124699034
65113993.01	190874267.7	143954957.8	59386202.53	8.357619021
19954048.79	229723362	138011780.1	24374970.21	9.094031337
15964911.8	195579819.7	143279993.6	64380261.63	6.752836467
63555034.68	194556275	146156745.9	105883387	6.946576621
16374182.84	206247408.4	154729650.3	188968173.3	8.090574598
-26294882.23	134664728.4	145014144	-71461501.71	8.84206015
9591812.573	154613296.4	178405563.4	22511321.42	7.760163132
78381967.04	183415681.6	144052938.6	72310984.04	9.283019949
29560192.31	152451012.5	140395998.8	96462830.39	9.576096972
82506404.23	176593222.6	152632565	48223192.14	6.350592227
39868203.78	212846658.8	138537989.8	69583595.23	5.108764285
26306467.9	83225991.68	149158533.8	86278752.09	3.887153814
-87379850.46	216520290.2	175226712.5	20024119.95	8.968482314
51127074.34	158341063.1	147781297.6	78833849.35	5.309598714
37040475.29	196513000.9	142271940.2	68742705.34	7.994047782
47895129.72	173668685	143449291.5	91668805.67	9.658134096
69115153.44	167898841.5	163106012	99268293.28	6.588324699

Fuente: Risk-Excel. Proyecto de inversión.

2. Tabla de producción de mieles.

nte: proyecto de inversión con datos de infocaña.

3. Matriz de costos de transporte.

nte: modelo de transporte con datos de SCT y CAPUFE.

Simulación y proyecto de inversión para producción de etanol, a partir de mieles de caña de azúcar

4. Precios del etanol, USDA.

Marketing year and quarter ¹	Corn	Ethanol	Blender cost of ethanol with credit	Gasoline	Corn cost per gallon ethanol ³	Ethanol geg ⁴
	\$ / bu.	\$ / gal.	\$ / Gal	\$ / gal.	\$ / gal.	\$ / geg
1982/83 Q1 Sep-Nov	2.08	1.70	1.10	1.01	0.77	2.54
Q2 Dec-Feb	2.38	1.71	1.11	0.92	0.88	2.55
Q3 Mar-May	2.88	1.68	1.08	0.90	1.07	2.51
Q4 Jun-Aug	3.18	1.71	1.11	0.95	1.18	2.55
Avg. Sep-Aug	2.55	1.70	1.10	0.95	0.94	2.54
1983/84 Q1 Sep-Nov	3.19	1.70	1.10	0.91	1.18	2.54
Q2 Dec-Feb	3.14	1.54	0.94	0.86	1.16	2.30
Q3 Mar-May	3.27	1.54	0.94	0.88	1.21	2.30
Q4 Jun-Aug	3.27	1.54	0.94	0.88	1.21	2.30
Avg. Sep-Aug	3.21	1.58	0.98	0.88	1.19	2.36
1984/85 Q1 Sep-Nov	2.65	1.57	0.95	0.84	0.98	2.35
Q2 Dec-Feb	2.61	1.57	0.97	0.81	0.97	2.35
Q3 Mar-May	2.68	1.62	0.97	0.76	0.99	2.42
Q4 Jun-Aug	2.56	1.59	1.04	0.91	0.95	2.38
Avg. Sep-Aug	2.63	1.59	0.98	0.83	0.97	2.37
1985/86 Q1 Sep-Nov	2.19	1.60	0.99	0.89	0.81	2.38
Q2 Dec-Feb	2.31	1.47	0.98	0.83	0.86	2.20
Q3 Mar-May	2.33	1.21	0.84	0.67	0.86	1.81
Q4 Jun-Aug	2.02	1.01	0.61	0.51	0.75	1.51
Avg. Sep-Aug	2.23	1.32	0.86	0.73	0.83	1.98
1986/87 Q1 Sep-Nov	1.44	1.01	0.41	0.48	0.53	1.51
Q2 Dec-Feb	1.47	0.86	0.26	0.47	0.54	1.28
Q3 Mar-May	1.55	0.79	0.19	0.46	0.57	1.17
Q4 Jun-Aug	1.59	1.42	0.20	0.49	0.59	2.12
Avg. Sep-Aug	1.50	1.02	0.27	0.47	0.56	1.52
1987/88 Q1 Sep-Nov	1.55	1.20	0.50	0.54	0.57	1.79
Q2 Dec-Feb	1.78	1.06	0.80	0.61	0.66	1.58
Q3 Mar-May	1.89	1.12	0.70	0.59	0.70	1.68
Q4 Jun-Aug	2.58	1.18	0.47	0.52	0.95	1.76
Avg. Sep-Aug	1.94	1.14	0.62	0.57	0.72	1.70
1988/89 Q1 Sep-Nov	2.57	1.15	0.55	0.53	0.95	1.71
Q2 Dec-Feb	2.58	1.14	0.54	0.53	0.95	1.70
Q3 Mar-May	2.58	1.34	0.74	0.61	0.96	2.00
Q4 Jun-Aug	2.41	1.28	0.68	0.66	0.89	1.91
Avg. Sep-Aug	2.54	1.23	0.63	0.58	0.94	1.83

Simulación y proyecto de inversión para producción de etanol, a partir de mieles de caña de azúcar

1989/90	Q1 Sep-Nov	2.24	1.19	0.59	0.62	0.83	1.78
	Q2 Dec-Feb	2.30	1.18	0.58	0.61	0.85	1.76
	Q3 Mar-May	2.49	1.25	0.65	0.66	0.92	1.87
	Q4 Jun-Aug	2.58	1.36	0.76	0.71	0.96	2.02
	Avg. Sep-Aug	2.36	1.25	0.65	0.65	0.87	1.86
1990/91	Q1 Sep-Nov	2.20	1.54	0.94	0.93	0.81	2.29
	Q2 Dec-Feb	2.27	1.28	0.72	0.73	0.84	1.91
	Q3 Mar-May	2.40	1.29	0.75	0.71	0.89	1.92
	Q4 Jun-Aug	2.30	1.26	0.72	0.70	0.85	1.89
	Avg. Sep-Aug	2.28	1.34	0.78	0.77	0.84	2.00
1991/92	Q1 Sep-Nov	2.31	1.26	0.72	0.66	0.86	1.88
	Q2 Dec-Feb	2.40	1.25	0.71	0.57	0.89	1.86
	Q3 Mar-May	2.49	3.98	2.36	1.94	0.92	5.94
	Q4 Jun-Aug	2.31	1.37	0.83	0.67	0.86	2.05
	Avg. Sep-Aug	2.37	1.97	1.16	0.96	0.88	2.93
1992/93	Q1 Sep-Nov	2.04	1.37	0.83	0.66	0.76	2.05
	Q2 Dec-Feb	2.00	1.21	0.67	0.59	0.74	1.81
	Q3 Mar-May	2.13	1.20	0.66	0.66	0.79	1.79
	Q4 Jun-Aug	2.19	1.12	0.58	0.59	0.81	1.67
	Avg. Sep-Aug	2.07	1.23	0.69	0.62	0.77	1.83
1993/94	Q1 Sep-Nov	2.34	1.13	0.59	0.58	0.87	1.69
	Q2 Dec-Feb	2.71	1.15	0.61	0.48	1.00	1.72
	Q3 Mar-May	2.67	1.12	0.58	0.54	0.99	1.68
	Q4 Jun-Aug	2.34	1.25	0.71	0.63	0.87	1.87
	Avg. Sep-Aug	2.50	1.16	0.62	0.56	0.93	1.74
1994/95	Q1 Sep-Nov	2.05	1.23	0.69	0.56	0.76	1.84
	Q2 Dec-Feb	2.18	1.23	0.69	0.53	0.81	1.84
	Q3 Mar-May	2.35	1.16	0.62	0.62	0.87	1.73
	Q4 Jun-Aug	2.59	1.09	0.55	0.58	0.96	1.62
	Avg. Sep-Aug	2.26	1.18	0.64	0.57	0.84	1.76
1995/96	Q1 Sep-Nov	2.80	1.11	0.57	0.59	1.04	1.66
	Q2 Dec-Feb	3.15	1.20	0.66	0.65	1.17	1.80
	Q3 Mar-May	3.76	1.30	0.76	0.78	1.39	1.94
	Q4 Jun-Aug	4.31	1.44	0.90	0.70	1.60	2.15
	Avg. Sep-Aug	3.24	1.26	0.72	0.68	1.20	1.89
1996/97	Q1 Sep-Nov	2.87	1.46	0.92	0.64	1.06	2.17
	Q2 Dec-Feb	2.66	1.14	0.60	0.62	0.99	1.70
	Q3 Mar-May	2.77	1.14	0.60	0.56	1.03	1.71
	Q4 Jun-Aug	2.49	1.11	0.57	0.53	0.92	1.65
	Avg. Sep-Aug	2.71	1.21	0.67	0.59	1.00	1.81
1997/98	Q1 Sep-Nov	2.53	1.19	0.65	0.53	0.94	1.78
	Q2 Dec-Feb	2.55	1.16	0.62	0.52	0.94	1.73
	Q3 Mar-May	2.45	0.98	0.44	0.45	0.91	1.47

Simulación y proyecto de inversión para producción de etanol, a partir de mieles de caña de azúcar

	Q4 Jun-Aug	2.12	1.06	0.52	0.41	0.78	1.58
	Avg. Sep-Aug	2.43	1.10	0.56	0.48	0.90	1.64
1998/99	Q1 Sep-Nov	1.90	1.09	0.55	0.40	0.70	1.63
	Q2 Dec-Feb	2.04	0.94	0.40	0.38	0.76	1.41
	Q3 Mar-May	2.04	0.97	0.43	0.55	0.75	1.45
	Q4 Jun-Aug	1.80	0.93	0.39	0.61	0.67	1.39
	Avg. Sep-Aug	1.94	0.99	0.45	0.48	0.72	1.47
1999/00	Q1 Sep-Nov	1.71	1.01	0.47	0.71	0.63	1.51
	Q2 Dec-Feb	1.91	1.12	0.58	0.80	0.71	1.68
	Q3 Mar-May	2.05	1.19	0.65	0.96	0.76	1.78
	Q4 Jun-Aug	1.64	1.34	0.80	0.96	0.61	2.00
	Avg. Sep-Aug	1.82	1.17	0.63	0.86	0.67	1.74
2000/01	Q1 Sep-Nov	1.73	1.54	1.00	0.98	0.64	2.30
	Q2 Dec-Feb	1.97	1.73	1.19	0.88	0.73	2.58
	Q3 Mar-May	1.90	1.58	1.04	1.06	0.70	2.35
	Q4 Jun-Aug	1.85	1.51	0.97	0.88	0.69	2.25
	Avg. Sep-Aug	1.85	1.59	1.05	0.95	0.69	2.37
2001/02	Q1 Sep-Nov	1.86	1.34	0.80	0.77	0.69	2.00
	Q2 Dec-Feb	1.96	0.95	0.41	0.59	0.73	1.42
	Q3 Mar-May	1.93	1.04	0.50	0.83	0.71	1.55
	Q4 Jun-Aug	2.16	1.18	0.64	0.85	0.80	1.76
	Avg. Sep-Aug	1.97	1.13	0.59	0.76	0.73	1.68
2002/03	Q1 Sep-Nov	2.34	1.24	0.70	0.88	0.87	1.86
	Q2 Dec-Feb	2.33	1.22	0.68	0.96	0.86	1.82
	Q3 Mar-May	2.35	1.27	0.73	0.99	0.87	1.90
	Q4 Jun-Aug	2.21	1.27	0.73	1.01	0.82	1.90
	Avg. Sep-Aug	2.32	1.25	0.71	0.96	0.86	1.87
2003/04	Q1 Sep-Nov	2.16	1.47	0.93	0.94	0.80	2.19
	Q2 Dec-Feb	2.42	1.50	0.96	1.02	0.90	2.23
	Q3 Mar-May	2.82	1.74	1.20	1.28	1.04	2.60
	Q4 Jun-Aug	2.55	1.71	1.17	1.29	0.94	2.55
	Avg. Sep-Aug	2.42	1.60	1.06	1.13	0.90	2.39
2004/05	Q1 Sep-Nov	2.12	1.80	1.26	1.35	0.79	2.69
	Q2 Dec-Feb	2.05	1.69	1.17	1.28	0.76	2.53
	Q3 Mar-May	2.00	1.24	0.73	1.58	0.74	1.85
	Q4 Jun-Aug	2.03	1.76	1.25	1.75	0.75	2.62
	Avg. Sep-Aug	2.06	1.62	1.10	1.49	0.76	2.42
2005/06	Q1 Sep-Nov	1.83	2.43	1.92	1.86	0.68	3.63
	Q2 Dec-Feb	1.99	2.21	1.70	1.68	0.74	3.30
	Q3 Mar-May	2.11	2.64	2.13	2.11	0.78	3.94
	Q4 Jun-Aug	2.12	3.36	2.85	2.31	0.79	5.01
	Avg. Sep-Aug	2.00	2.66	2.15	1.99	0.74	3.97

Simulación y proyecto de inversión para producción de etanol, a partir de mieles de caña de azúcar

2006/07	Q1 Sep-Nov	2.62	2.16	1.65	1.66	0.97	3.22
	Q2 Dec-Feb	3.12	2.27	1.76	1.64	1.15	3.39
	Q3 Mar-May	3.44	2.38	1.87	2.31	1.27	3.55
	Q4 Jun-Aug	3.37	2.46	1.95	2.41	1.25	3.67
	Avg. Sep-Aug	3.04	2.32	1.81	2.00	1.13	3.46
2007/08	Q1 Sep-Nov	3.34	1.93	1.42	2.35	1.24	2.89
	Q2 Dec-Feb	4.05	2.28	1.77	2.44	1.50	3.40
	Q3 Mar-May	4.99	2.59	2.08	2.93	1.85	3.87
	Q4 Jun-Aug	5.33	2.79	2.28	3.26	1.98	4.16
	Avg. Sep-Aug	4.20	2.40	1.89	2.74	1.56	3.58
2008/09	Q1 Sep-Nov	4.43	2.43	1.92	2.10	1.64	3.63
	Q2 Dec-Feb	4.17	1.65	1.18	1.20	1.54	2.46
	Q3 Mar-May	3.89	1.65	1.20	1.53	1.44	2.46
	Q4 Jun-Aug	3.66	1.75	1.30	2.01	1.36	2.61
	Avg. Sep-Aug	4.06	1.87	1.40	1.71	1.50	2.79
2009/10	Q1 Sep-Nov	3.56	1.92	1.47	1.97	1.32	2.87
	Q2 Dec-Feb	3.61	2.08	1.63	2.02	1.34	3.10
	Q3 Mar-May	3.48	1.66	1.21	2.23	1.29	2.48
	Q4 Jun-Aug	3.52	1.71	1.26	2.11	1.30	2.55
	Avg. Sep-Aug	3.55	1.84	1.39	2.08	1.31	2.75
2010/11	Q1 Sep-Nov	4.30	2.33	1.21	2.17	1.59	3.47
	Q2 Dec-Feb	5.07	2.37	1.92	2.54	1.88	3.53
	Q3 Mar-May	6.01	2.67	2.22	3.18	2.23	3.99
	Q4 Jun-Aug	6.51	2.87	2.42	3.01	2.41	4.28
	Avg. Sep-Aug	5.18	2.56	2.11	2.81	1.92	3.82
2011/12	Q1 Sep-Nov	5.91	2.83	2.38	2.81	2.19	4.22
	Q2 Dec-Feb	6.05	2.30	2.30	2.76	2.24	3.43
	Q3 Mar-May	6.34	2.26	2.26	3.13	2.35	3.37
	Q4 Jun-Aug	7.05	2.47	2.47	2.86	2.61	3.68
	Avg. Sep-Aug	6.22	2.50	2.50	2.89	2.30	3.73
2012/13	Q1 Sep-Nov	6.89	2.48	2.48	2.87	2.55	3.70
	Q2 Dec-Feb	6.91	2.39	2.39	2.89	2.56	3.57
	Q3 Mar-May	7.02	2.58	2.58	3.06	2.60	3.85
	Q4 Jun-Aug	6.59	2.57	2.57	2.97	2.44	3.84
	Avg. Sep-Aug	6.87	2.50	2.50	2.95	2.54	3.73

FUENTE: USDA 2013.