

**EVALUACIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO FINANCIERO EN UNA CADENA DE
ABASTECIMIENTO**



**MARIANA GALVIS CIFUENTES
JULIETH TATIANA HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI**

2015

**EVALUACIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO FINANCIERO EN UNA CADENA DE
ABASTECIMIENTO**



**MARIANA GALVIS CIFUENTES
JULIETH TATIANA HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ**

**Proyecto de grado para optar al título de:
Ingeniera Industrial**

**Director:
ING. DIEGO FERNANDO MANOTAS DUQUE, Ph.D.**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI**

2015

NOTA DE ACEPTACIÓN

Aprobado por el comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad del Valle para optar el título de Ingeniera Industrial.

Diego Fernando Manotas – Director

Evaluador

Evaluador

Santiago de Cali, Mayo 29 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme llegar a esta última etapa de mi carrera profesional y por haberme dado salud y fortaleza.

A mis padres, por apoyarme día tras día, por brindarme los mejores consejos y por su compañía incondicional.

A Julián Gómez, por acoger este proyecto como suyo, por el material bibliográfico compartido, por sus consejos y buenas energías.

A Diego Manotas, por ser la persona que nos guio en este proceso, por compartirnos su conocimiento y brindarnos su apoyo.

A Tatiana Hernández, por sus energías y disposición para hacer todo de la mejor manera y a todos aquellos que colaboraron de una u otra forma en la realización del trabajo, por su amistad y apoyo.

Mariana Galvis Cifuentes

Primeramente a *Dios* por darme la sabiduría y las fuerzas para enfrentarme y culminar este proyecto.

A mi familia que me apoyaron y me impulsaron a dar lo mejor de mí en cada aspecto de mi vida.

A Mariana Galvis por los esfuerzos en conjunto, la disposición y el trabajo, los cuales nos llevaron a cumplir el objetivo trazado.

A Daniel Avellaneda por impulsarme a ser mejor cada día, por su amor y apoyo.

A mis compañeros de carrera, que me ayudaron durante mi paso por la universidad, haciendo de esto una experiencia única.

Julieth Tatiana Hernández Rodríguez

CONTENIDO

RESUMEN.....	9
INTRODUCCIÓN	10
1. ASPECTOS GENERALES.....	11
1.2 Objetivo General.....	12
1.3 Objetivos Específicos	12
2. SELECCIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO	13
2.1. ETANOL	19
2.1.1 Proceso de producción.....	20
2.1.2 Producción del Etanol en Colombia.....	22
2.1.3 Ventajas del etanol	24
2.1.4 Marco político	26
3. FACTORES DE RIESGO FINANCIERO EN LA CADENA DE LA CAÑA DE AZÚCAR – ETANOL.....	28
3.1 Riesgos Financieros de Mercado	30
3.1.1 Precio del Etanol.....	30
3.1.2 Demanda Gasolina	33
4. DISEÑO Y APLICACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN CUANTITATIVA DEL RIESGO FINANCIERO EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR	35
4. 1 Metodología.....	35
4.2 Construcción del modelo financiero.....	37
4.2.1 Simulación del modelo.....	42
4.2.2 Variables de entrada y salida	42
4.2.2.1 Precio de etanol	42
.....	44
4.2.2.2 Capacidad de producción.....	44
4.2.2.3 Variable de Salida: VPN	45
4.3 Resultados de Simulación	46

5. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS, MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTO.	51
5.1 Instrumentos derivados	¡Error! Marcador no definido.
6. CONCLUSIONES	53
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXOS.....	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Producción de caña en el Suroccidente Colombiano primer trimestre 2012-2014. [5].....	13
Tabla 2. Balance del sector azucarero colombiano. [5]	15
Tabla 3. Fuentes de producción del Etanol. Adaptada de [15].	19
Tabla 4. Producción de la industria del Etanol. [1]	23
Tabla 5. Plantas productoras de alcohol carburante en funcionamiento. [1].....	23
Tabla 6. Empleos generados por la producción de Etanol. [1].....	25
Tabla 7. Beneficios ambientales del Etanol. [22]	26
Tabla 8. Supuestos Financieros. Fuente: Autores.	37
Tabla 9. Resumen estadístico para el VPN	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Producción y crecimiento de la caña molida en Colombia. [5].....	13
Figura 2. Producción y exportaciones de azúcar en Colombia, crecimiento anual. Enero 2010 – Marzo 2014. [5]	16
Figura 3. Variación anual de la producción real total nacional y suroccidente de la MMM y molienda de caña. Trimestres 2006 – 2014. [8]	17
Figura 4. Proceso de producción del Etanol. [16]	22
Figura 5. Precios históricos del etanol. [31]	33
Figura 6. Clasificación de metodologías para el análisis de proyectos [38]	36
Figura 7. Marco general de los procesos de Evaluación de Proyectos. [39].....	42
Figura 8. Variable de entrada: Precio. Fuente: @Risk.....	43
Figura 9. Variable de entrada - Capacidad de producción. Fuente: @Risk.	44
Figura 10. Distribución del Valor Presente Neto (VPN). Fuente: @Risk.....	46
Figura 11. Variable de entrada. Capacidad 5000 litros diarios.	47
Figura 12. Distribución del Valor Presente Neto. Capacidad 5000 lt/día.	48

RESUMEN

El trabajo de grado presenta una simulación con el software @Risk, con base en estados financieros realizados a partir del “*Plan de negocios para montar una planta productora de Etanol en el Valle Del Cauca*”, integrando como variable de entrada el precio del etanol y la capacidad de producción mensual de una planta a la que se llamará *Biovalle*, y como variable de salida el Valor Presente Neto (VPN). Se realiza la medición de los riesgos financieros por medio del VaR (Value at risk) o Valor en riesgo como herramienta estadística.

Para realizar el estudio de la evaluación y gestión de los riesgos financieros se seleccionó la cadena de abastecimiento del Etanol a partir de producción de la caña de azúcar, debido a que la actividad económica del País durante el primer trimestre del 2014 presentó dinámica positiva, principalmente en el Valle del Cauca y norte del Cauca por las condiciones climáticas ideales para el cultivo y producción de caña de azúcar. Esta dinámica es respaldada por los beneficios de los TLC vigentes y por la mayor oferta de productos agrícolas como caña y café, superando niveles históricos de producción de etanol, alcohol carburante y energía. [1]

En síntesis la caña de azúcar lideró el incremento de la agricultura, lo cual reactivó el mercado interno disminuyendo las importaciones de productos como el azúcar, reflejando proceso de recuperación de la actividad económica en la mayor parte de los sectores económicos del país.

El etanol es producido principalmente en el departamento del Valle del Cauca, y su producción nacional es de 1'250.000 litros por día, el precio es fijado por el Ministerio de Minas y Transporte y es utilizado a nivel nacional como complemento de la gasolina motor regular en un 10% en esta mezcla, que se le conoce como “E10”, aunque solo se alcanza a realizar una mezcla “E8”, es decir 8% etanol y 92% gasolina.

Finalmente la simulación después de 10.000 iteraciones arroja que $P(\text{VPN} < 0) = 0$, es decir que la probabilidad de que el proyecto no sea factible, entendida como la probabilidad de que las variables de salida adopten ciertos valores de referencia negativos es de 0%.

Es importante destacar que en la gestión de los riesgos financieros en las cadenas de abastecimiento, la administración debe ser un objetivo, ya que es la disciplina que se encarga de la identificación, evaluación y control de los riesgos, con ayuda de instrumentos financieros que los controlan y/o disminuyen.

INTRODUCCIÓN

La gestión del riesgo se ha convertido en una cuestión esencial en la gestión de la cadena de abastecimiento, ya que el entorno empresarial ha evolucionado hasta convertirse en un escenario cada vez más complejo, caracterizado por una elevada incertidumbre y cambios rápidos y frecuentes. Por ejemplo, las cadenas de abastecimiento están sujetas a muchas fuentes externas potenciales de perturbación, como desastres naturales, ataques terroristas y las acciones industriales, etc. [2]

Entre los tipos de riesgo más importantes se pueden citar los riesgos legales, el riesgo de reputación, riesgo de crédito, riesgo financiero de mercado, riesgo operacional y el llamado riesgo estratégico. En la presente propuesta se ha optado por la consideración del tipo de riesgo que tiene un efecto directo sobre la rentabilidad de los agentes. Se considerará el llamado riesgo financiero de mercado, que obedece a las fluctuaciones en las variables de mercado que son determinantes de la rentabilidad de la cadena. Entre los factores de riesgo financiero de mercado pueden incluirse la exposición cambiaria y la exposición por la variabilidad de precios que pueden afectar el comportamiento tanto de ingresos como de costos. [3]

El presente proyecto persigue como su objetivo fundamental la selección de una cadena de abastecimiento para la validación de la metodología de gestión de riesgos, por medio de la cual sea posible la identificación, medición y gestión de riesgo financiero en cadenas de abastecimiento, con el fin de fortalecer su adaptabilidad ante los riesgos y garantizar una mejor reacción ante los eventos adversos e inesperados que se les puedan presentar en sus redes logísticas.

1. ASPECTOS GENERALES

Para las necesidades de globalización, desarrollo tecnológico y operaciones de mercado en tiempo real, no se ha desarrollado una cultura del riesgo financiero, ni la alta dirección está preparada para liderar el proceso de gestión del riesgo con decisiones que cuenten con el análisis, la evaluación, la medición y control de los mismos [4]. Por lo que se convierte en una necesidad apremiante conocer los riesgos financieros a los que se enfrentan las cadenas de abastecimiento en la actualidad, debido a la incertidumbre y variabilidad que afectan directamente el rendimiento financiero. La identificación y evaluación de dichos riesgos aportan información de apoyo para el manejo gerencial de una empresa o cadena de abastecimiento, y así evaluar las posibles repercusiones en los indicadores financieros.

La presente propuesta se encuentra en el marco del proyecto de investigación: *“Diseño de una metodología para la identificación, medición y gestión de riesgo financiero y operacional en cadenas de abastecimiento en empresas colombianas”*, convocatoria 3-2014, como entregable de dicho proyecto.

Se espera que la metodología diseñada sea adaptable a otras cadenas de abastecimiento, de tal forma que puedan afrontar de la mejor manera posible los riesgos a los que se enfrentan en su operación, en procura de mantener sus niveles de competitividad en el actual entorno caracterizado por mayores niveles de exigencia y presencia internacional.

1.2 Objetivo General

Diseñar una metodología para identificar, medir y gestionar el riesgo financiero en una cadena de abastecimiento.

1.3 Objetivos Específicos

1. Seleccionar la cadena de abastecimiento para la validación de la metodología de gestión de riesgos diseñada.
2. Identificar los factores de riesgo financiero a partir de la caracterización de la cadena de abastecimiento seleccionada.
3. Diseñar y aplicar una metodología para la medición cuantitativa del riesgo financiero en la cadena de abastecimiento considerada.
4. Definir estrategias de mitigación de los riesgos identificados, mediante la optimización del rendimiento en la cadena de abastecimiento seleccionada.

2. SELECCIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO

Es importante destacar la economía Colombiana en el 2014, en donde en el primer trimestre la producción de la caña molida en la región del Suroccidente Colombiano alcanzó 1,4 millones más que en el mismo periodo del 2013, representando un crecimiento anual de 33,5% como se observa en Tabla 1. Además el País logra su mayor auge económico al tiempo que registra la menor inflación [5].

Cabe anotar que la actividad agropecuaria presentó un gran aporte para la reducción de la tasa de desempleo, la cual se vio reanimada desde inicios del segundo semestre del 2013 ante el fuerte impulso en la producción de caña de azúcar como se puede observar en la Figura 1, después de soportar varios periodos la ocurrencia consecutiva de fenómenos climáticos que afectaron con grandes inundaciones [1].

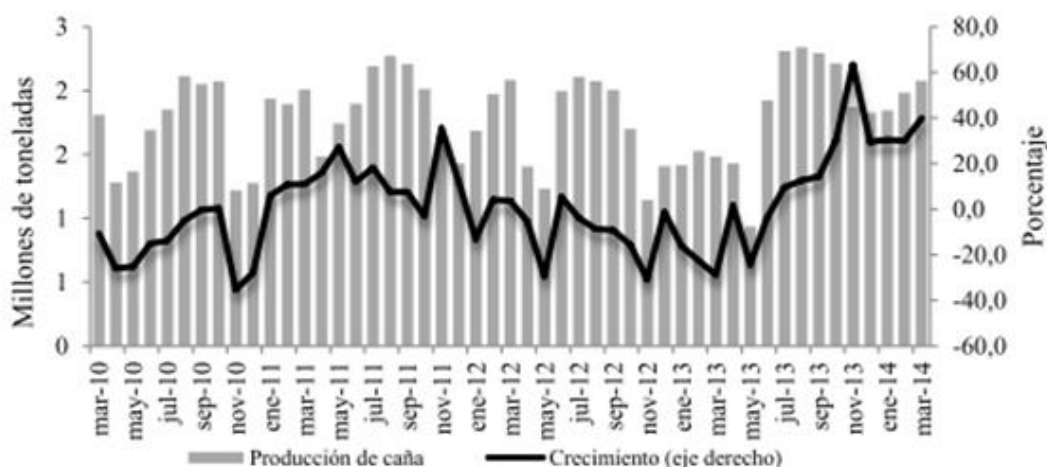


Figura 1. Producción y crecimiento de la caña molida en Colombia. [6]

				Toneladas y Porcentajes	
	2012	2013	2014	Variación 2013/2012	Variación 2014/2013
Caña					
Molida	5.742.708	4.426.355	5.909.077	-22,9	33,5

Tabla 1. Producción de caña en el Suroccidente Colombiano primer trimestre 2012-2014. [6]

Con el impulso de la producción de la caña de azúcar durante el 2014 que se puede observar en la Tabla 1, se propagó la dinámica de crecimiento al resto de las cadenas de cultivos de ciclo largo, entre los cuales se destacan las cadenas de cultivo de plátano de exportación, palma de aceite, cacao y frutales. Este crecimiento está asociado al cultivo de 72 mil hectáreas renovadas aproximadamente, debido fundamentalmente a las condiciones climáticas favorables que permitieron la recuperación en la producción. [7]

La industrialización del sector azucarero colombiano estimuló su fortalecimiento vía procesos de expansión, de diferenciación de productos, de integración y de diversificación. Lo anterior llevó a un proceso más dinámico de optimización de la cadena de valor de la agroindustria, una de las más competitivas del mundo, con nuevas tecnologías y mayor rendimiento del cultivo de la caña. En la Tabla 2, se observa el aumento en la producción de casi 1,5 millones de toneladas producidas el primer trimestre del 2013, lo que permitió superar y alcanzar niveles históricos, tanto de caña de azúcar como de etanol, alcohol carburante y energía, contribuyendo a la estabilización de los ingresos de los productores de azúcar y cultivadores de caña del Cauca, presentando producción del 65% del etanol colombiano a partir de azúcar. [8]

Este desarrollo industrial se ve impulsado por cuatro factores determinantes los cuales son: El aumento en el precio internacional del azúcar; un tipo de cambio más favorable a la exportación de productos industriales que a la de los agrícolas; la rápida introducción de tecnologías de instituciones para la colaboración y avances en investigación; y la generación de valor en el desarrollo de nuevos productos intensivos en capital y de otras industrias, factores que contribuyeron a estabilizar los ingresos de algunos de los actores del Clúster azucarero, mejorando el indicador mensual de producción que en el pasado reciente se vio disminuido por los efectos climáticos.

La producción industrial de la región, ha mantenido un crecimiento sostenido en los últimos trimestres principalmente en el Valle del Cauca y norte del Cauca, respaldada por la mayor oferta de productos agrícolas como caña y café en la demanda nacional y en la parte externa, debido a los beneficios de los TLC vigentes, situación que se espera permanezca al alza los próximos periodos.

Balance del sector azucarero colombiano

Primer trimestre 2006-2014 ¹

Año	Caña molida en toneladas	Azúcar (toneladas)			Melaza (t)	Alcohol (miles de litros) ²	
		Producción	Ventas al mercado nacional	Consumo nacional		Producción	Ventas mercado nacional ³
2006	5.471.391	570.473	332.364	349.820	83.283	49.684	54.403
2007	5.364.896	557.394	367.598	419.092	71.454	63.027	67.355
2008	5.356.010	528.862	347.665	367.501	62.491	74.468	73.085
2009	5.895.241	593.345	351.010	372.758	66.415	75.480	70.009
2010	5.347.595	565.169	359.417	384.997	70.509	80.715	74.483
2011	5.840.469	567.222	308.678	338.460	63.734	76.365	70.035
2012	5.742.708	543.087	322.126	431.487	65.009	90.978	82.180
2013	4.426.355	427.421	323.848	429.589	52.618	89.021	95.680
2014	5.909.077	560.297	376.099	267.432	41.932	100.207	101.941
Variación Porcentual							
2007	-1,9	-2,3	10,6	19,8	-14,2	26,9	23,8
2008	-0,2	-5,1	-5,4	-12,3	-12,5	18,2	8,5
2009	10,1	12,2	1,0	1,4	6,3	1,4	-4,2
2010	-9,3	-4,7	2,4	3,3	6,2	6,9	6,4
2011	9,2	0,4	-14,1	-12,1	-9,6	-5,4	-6,0
2012	-1,7	-4,3	4,4	27,5	2,0	19,1	17,3
2013	-22,9	-21,3	0,5	-0,4	-19,1	-2,2	16,4
2014	33,5	31,1	16,1	-37,7	-20,3	12,6	6,5

1 Incluye todos los ingenios. Datos preliminares sujetos a cambio. No comprometen a Asocaña ni a sus afiliados.

2 Corresponde a alcohol carburante en más de 98% del total de Etanol. El restante es alcohol industrial.

3 Las ventas corresponden al volumen de etanol con adición aproximada de 2% de desnaturalizante (gasolina).

Tabla 2. Balance del sector azucarero colombiano. [6]

En lo referente a las ventas, fueron superiores a las del mismo periodo en el 2013, lo que refleja el sostenido proceso de recuperación de la actividad económica en la mayor parte de los sectores del país.

Las principales empresas que incrementaron sus ventas son en especial las de azúcar, etanol, productos farmacéuticos, cables eléctricos, calzado, confecciones,

alimentos y bebidas, estas últimas impulsadas por el mejor clima y las campañas promocionales en esta zona del país. [1]

En la Figura 2, se observa el crecimiento anual de las exportaciones y la producción de la caña de azúcar que lideró el incremento de la agricultura en el primer trimestre del 2014, lo cual reactivó el mercado interno disminuyendo las importaciones de productos como el azúcar, supliendo 41 mil toneladas con producto nacional. De igual manera la producción de alcohol carburante aumentó 12,6% en dicho trimestre, manteniéndose localmente con ventas moderadas y presentando un crecimiento en la oferta de etanol del 6,5%, impulsando a la industria automotriz para producir vehículos que usen de manera flexible el bioetanol y la gasolina con el fin de apoyar la creciente iniciativa de utilizar energías renovables. [8]

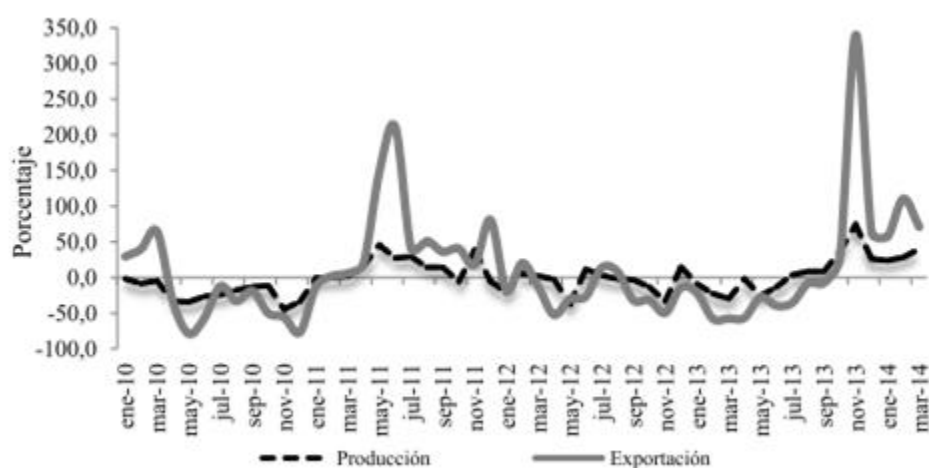


Figura 2. Producción y exportaciones de azúcar en Colombia, crecimiento anual¹. Enero 2010 – Marzo 2014. [6]

En la Figura 3, se realiza el comparativo entre la producción real total a nivel nacional y la producción en el suroccidente colombiano, donde se evidencia que el aumento a nivel nacional es producto del impulso y crecimiento sostenido de la región suroccidente.

¹ Incluye la producción de los departamentos del Valle, Cauca, Risaralda, Quindío y Caldas.

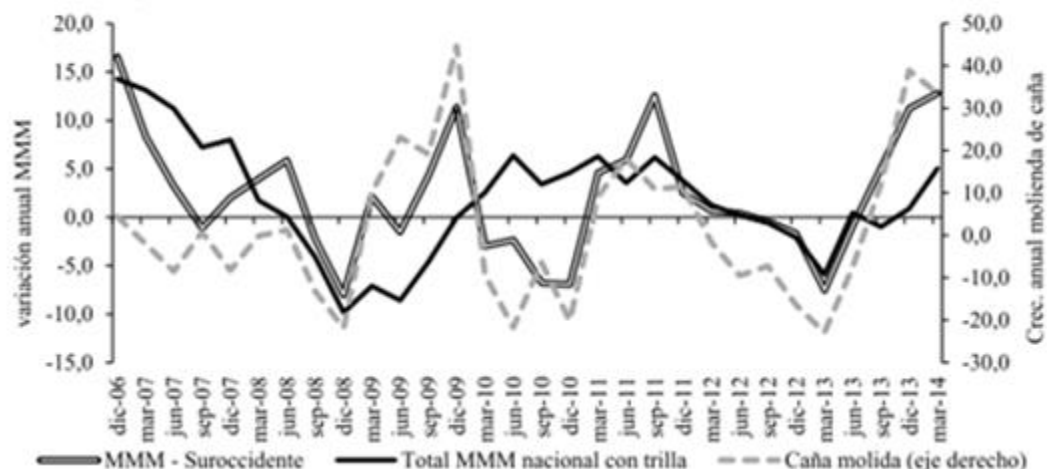


Figura 3. Variación anual de la producción real total nacional y suroccidente² de la MMM y molienda de caña. Trimestres 2006 – 2014. [9]

El clúster bioindustrial del azúcar presenta gran potencial competitivo, debido a las ventajas que tiene en cuanto a la capacidad empresarial, rivalidad y estrategia, tanto en incentivos empresariales como en el entorno de competencia. También presenta grandes fortalezas en lo relacionado con los factores naturales, humanos y de capital, infraestructura física, tecnológica, científica, de información y de comunicaciones.

En lo relacionado con la infraestructura física, se destaca la proximidad al puerto de Buenaventura, ya que el alcohol carburante proviene principalmente de la caña de azúcar del Valle del Río Cauca, que cuenta con trece ingenios de los cuales cinco poseen destilerías de etanol, y presenta condiciones climáticas y geográficas ideales para el cultivo y cosecha, al igual que buena eficiencia en el manejo del puerto y desarrollo de inversiones ferroviarias. [10]

En el aspecto laboral la industria azucarera se ubica en el primer lugar, con su avance en la reinserción de mercados internacionales, como resultado de decisiones empresariales y de políticas agrícolas que fueron evolucionando, lo cual permitió nuevos tratados [10], como lo son los tratados con Canadá, Chile, Unión Europea y Estados Unidos.

La industria azucarera tiene retos y avances en aspectos ambientales como la magnificación del impacto de la producción, cumplimiento de normas ambientales

² Calculado como promedio ponderado de los sectores de suroccidente en la muestra mensual de manufactura MMM.

para enfocar esfuerzos y garantizar su sostenibilidad como industria. Esto obedece a que la producción de la caña de azúcar soporta la estructura general del Clúster en el valle geográfico del río Cauca y en este sentido, la conservación de las fuentes hídricas y la adecuada disposición de los vertimientos asociados a la producción de azúcar, alcohol y demás subproductos de la caña.

El sector es un dinamizador de la actividad económica nacional, mostrando importantes efectos multiplicadores en términos de generación de empleo y valor agregado, esto contribuye para que los hogares que habitan en su región de influencia sigan siendo identificados como aquellos con mejores condiciones de calidad de vida en el país. [1] [8]

En este contexto, para la evaluación y gestión de riesgos financieros se selecciona la cadena de abastecimiento del etanol producido a partir de caña de azúcar, debido a que su producción es catalogada como amigable con el medio ambiente por las bondades del cultivo de caña y porque en su proceso productivo industrial no se utilizan productos químicos para la deshidratación. Además, la tecnología empleada en la producción permite reducir el consumo de agua en fábrica.

Como se mencionó antes, con la tecnología de punta disponible para la producción de etanol en el valle geográfico del río Cauca, se ha reducido considerablemente la producción de residuos por parte de los ingenios, y por el contrario se ha contado con la posibilidad de producir bioabonos y fertilizantes potásicos concentrados (compost y vinaza concentrada enriquecida).

El etanol es un producto 100% renovable que mejora el proceso de oxidación de los hidrocarburos y reduce las emisiones de monóxido de carbono, compuestos aromáticos, azufre y compuestos orgánicos volátiles a la atmósfera. [11] Es la principal alternativa de combustible líquido obtenido a partir de caña de azúcar y no compromete fuentes alimenticias e induce una reducción significativa del efecto invernadero [12] [13].

2.1. ETANOL

El etanol es un compuesto químico utilizado como biocombustible, el cual se puede producir a partir de cultivos de alimentos como por ejemplo: la caña de azúcar, el sorgo dulce, la remolacha azucarera y los almidones de la yuca, el maíz y las partes no comestibles de las plantas de alimentos u otras fuentes de biomasa como el pasto varilla, el álamo y residuos forestales [14].

En la Tabla 3 se enumeran las diferentes fuentes de producción del etanol.

Fuentes de producción de Etanol	
Tipo de fuente	Fuente
Cultivos alimenticios	Maíz
	Trigo
	Cebada
	Caña de azúcar
	Remolacha azucarera
	Sorgo
Incomible Partes de plantas - Etanol celulósico	Rastrojo de maíz
	Paja de trigo
	Paja de arroz
	Bagazo de caña de azúcar
Etanol celulósico - Otros	Pasto varilla
	Álamo
	Residuos forestales
	Agricultura de residuos
	Residuos de municipio

Tabla 3. Fuentes de producción del Etanol. Adaptada de [15].

Todos los automóviles y camiones producidos actualmente y los que se encuentran en las carreteras de los diferentes países, pueden usar mezclas de gasolina / etanol, las cuales se conocen "E10" y "E85" dependiendo del porcentaje de etanol que contengan, estas mezclas son distribuidas por las estaciones de servicio que proveen gasolina. [16]

Actualmente se mezcla "E8" en el centro - oriente del país y en el occidente "E10" con excepción en la zona de frontera con Venezuela, de donde llegan los combustibles fósiles en condiciones especiales de precios.

El etanol es transportado en carro tanques con 2% de gasolina, es decir "E98", desde las plantas productoras hasta las estaciones de servicio, esto sólo lo tienen permitido realizar las distribuidoras mayoristas que también son los encargados de realizar la mezcla. [17]

En nuestro país existen varias regiones que por su cercanía a las ciudades donde inicialmente se realiza la mezcla y por su vocación agropecuaria, estarían privilegiadas para la ubicación de las destilerías de etanol. Dichas regiones son El altiplano Cundiboyacense, la hoya del Río Suárez en los departamentos de Boyacá y Santander (a 150 Kilómetros de Bogotá), el Valle del Cauca, el departamento del Cesar, el departamento del Huila, el Eje Cafetero, la zona de Vegachí en Antioquia, Villeta y Sasaima en Cundinamarca, los Llanos Orientales y los departamentos de Nariño y Putumayo.

2.1.1 Proceso de producción

El etanol se puede producir mediante tres métodos descritos a continuación: [18]

1. Fermentación, por la cual se consigue degradar azúcares en alcohol y dióxido de carbono; las principales materias primas que son utilizadas son almidón, azúcar de maíz, caña de azúcar, maíz, arroz, etc. Cabe destacar que la producción de etanol es en más del 95% a partir de la fermentación de la caña de azúcar y el maíz como materia prima cruda.

2. Hidrolizados lignocelulósicos: en este proceso la materia prima son residuos de biomasa lignocelulosa, entre ellos maíz, bagazo de caña, azúcar, residuos forestales, etc. En el caso de estos materiales, la celulosa debe ser primero convertida a azúcares simples por hidrólisis y después fermentada para producir etanol. [19]

3. Craqueo de petróleo: el etileno es un subproducto del proceso de craqueo de petróleo y a partir de este por vapor a presión, y en presencia de un catalizador se logra obtener Etanol.

En Colombia la producción de bioetanol a partir de caña de azúcar (fuente de almidón) se realiza por fermentación y sigue los siguientes pasos que se resumen en la Figura 4: [20]

1. Pre-tratamiento: Es el proceso donde se mezclan y se preparan las materias primas, como el jugo claro, la meladura y la miel B, para que la mezcla cumpla con las especificaciones requeridas en la fermentación.

2. Fermentación: Es el proceso donde los azúcares contenidos en los jugos y en las mieles de la caña de azúcar obtenidas en la mezcla de alimentos se transforman en alcohol con la ayuda de levaduras.

3. Destilación: El alcohol obtenido en el proceso de fermentación va a una columna de destilación y por medio de evaporación se separan compuestos para obtener un alcohol más puro. En este proceso también se obtiene vinaza que contiene compuestos minerales que no deben ser vertidos en corrientes de agua pero que con el debido manejo podrán utilizarse como fertilizantes.

4. Separación de residuos y deshidratación: Es donde se retira el agua del alcohol para obtenerse así etanol puro, el cual significa alcohol sin agua.

El etanol se lleva por carro tanques a plantas de almacenamiento donde se mezcla la gasolina y el alcohol carburante en un 10%. Se debe tener cuidado con la posible presencia de agua en este proceso, ya que si se mezcla con este último, el producto se daña y pierde la calidad. Posteriormente, la mezcla gasolina-etanol se transporta nuevamente por carro tanques a las estaciones de servicio, donde el combustible es vendido al público en general.

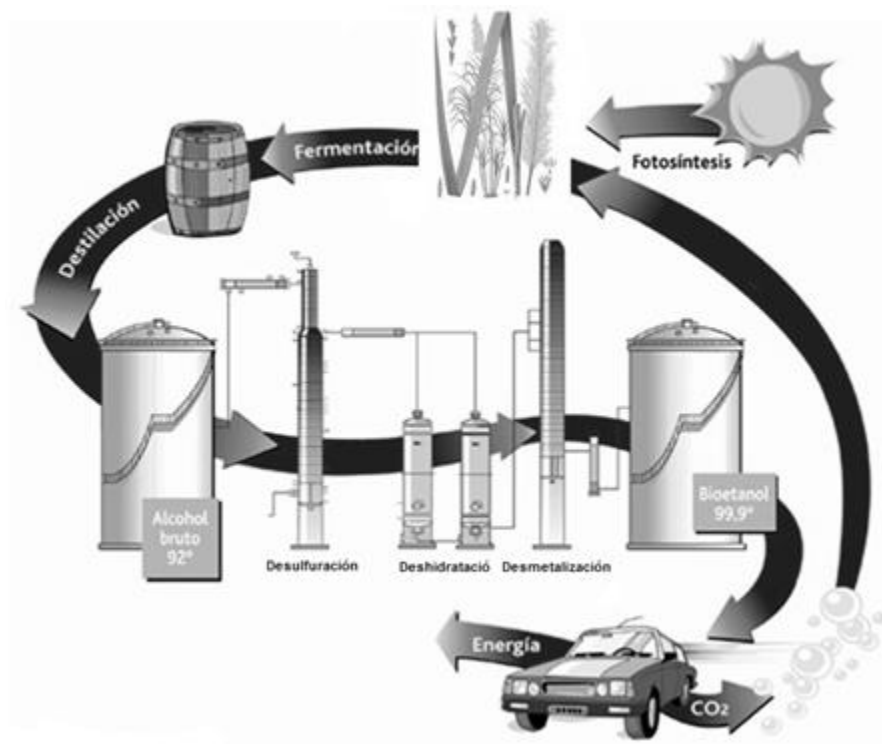


Figura 4. Proceso de producción del Etanol. [17]

2.1.2 Producción del Etanol en Colombia

La producción de etanol en Colombia se concentra en el Valle del Río Cauca, en donde se encuentran trece ingenios de los cuales Incauca, Providencia, Manuelita, Mayagüez y Risaralda producen el combustible renovable, sumando una producción de 1'250.000 litros por día.

A continuación se presenta una serie de tablas que muestran un panorama más amplio de lo que ha sido la producción de etanol en Colombia.

Producción de la industria de Etanol						
Indicador	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Caña molida (Millones toneladas)	19,2	23,58	20,27	22,72	20,82	21,56
Área sembrada (Hectáreas)	205,664	208,254	218,311	223,905	227,748	225,56
Producción de azúcar (Millones de tmvc ³)	1,92	2,46	1,96	2,2	2,07	2,12
Mercado interno de azúcar (Millones de tmvc)	1,62	1,55	1,53	1,5	1,64	1,69
Exportaciones de azúcar (Millones tmvc)	0,45	1	0,65	0,89	0,72	0,67
Ventas de Etanol (Millones de litros)	247,09	338,36	292,08	351,08	368,44	393,78
Producción de Etanol (Millones de litros)	255,84	327,7	291,28	337,39	369,72	387,85

Tabla 4. Producción de la industria del Etanol. [1]

Plantas productoras de alcohol carburante (Etanol) en funcionamiento					
Departamento	Área Sembrada (ha)	Capacidad Instalada		Empleos Industriales	Empleos en la cadena
		Molienda de Caña de azúcar (T/día)	Etanol (L/día)		
Cauca	24.630	14.000	350.000	987	27.636
Valle del Cauca	100.153	28.000	800.000	2.121	59.388
Risaralda	2.886	5.000	100.000	476	13.328
Caldas	3.304	*	*	*	*
Total	130.973	47.000	1.250.000	3.584	100.352

Tabla 5. Plantas productoras de alcohol carburante en funcionamiento. [1]

Se observa en la Tabla 4, que a partir del 2008 y hasta el 2013 la producción de etanol en millones de litros se ha incrementado en un 51%, evidenciando que la industria del etanol ha tomado fuerza en el país en donde más empresas están invirtiendo en la generación de biocombustibles, como es el caso de la nueva planta de Ecopetrol, Bioenergy, que contará con una capacidad de 480.000 litros/día, aumentando en un 2,02% la producción del País.

³ TMVC (Toneladas Métricas Valor Crudo)

Se infiere de la Tabla 5 que el Valle del Cauca es el departamento que cuenta con el mayor aporte tanto en producción de etanol, como en área sembrada de caña de azúcar. Esta posición se ve amenazada con la llegada de la planta Bioenergy, ubicada en el Meta, la cual está proyectada a ser la planta más grande del país, ya que para obtener toda la capacidad disponible necesita de 14.400 hectáreas adicionales de caña de azúcar.

Actualmente existen plantas productoras de etanol a partir de caña de azúcar en el Cauca, Valle del Cauca y Risaralda. Estas producen diariamente 1'250.000 litros de etanol y han sido producto de la inversión de los ingenios para aprovechar los cultivos que se dan en la zona y por los cuales se adelantan proyectos nuevos de gran capacidad, que aumentarán los volúmenes y aportes del sector a la economía.

2.1.3 Ventajas del etanol

El etanol tiene varios puntos a favor dentro de los criterios utilizados para la diversificación de la canasta energética, entre esos está la sostenibilidad ambiental, el mejoramiento de calidad de combustibles, el desarrollo agroindustrial, la generación de empleo, el desarrollo agrícola y el abastecimiento energético.

2.1.3.1 Generación de Empleo

La cadena de producción de etanol genera empleos con posibilidad de acceso a la seguridad social de los grupos familiares. Se debe tener en cuenta que el 90% de los empleos se atribuyen a la cadena agrícola y el 10% restante a la cadena industrial.

En la Tabla 6, se puede apreciar que el Valle del Cauca es el departamento que cuenta con mayor área sembrada y capacidad instalada, así como el mayor número de empleos generados. Se puede decir que esta región es la más importante en cuanto a producción de etanol a partir de caña de azúcar.

Empleos generados por la producción de Etanol				
Departamento	Área Sembrada (ha)	Capacidad instalada (lt/día)	Empleos industriales (Ha)	Empleos en la cadena
Valle del				
Cauca	100.153	800.000	2.121	59.388
Cauca	24.630	350.000	987	27.636
Risaralda	2.886	100.000	476	13.328
Meta	15.200	505.000	240	480
Caldas	3.304	*	*	*
Total	130.973	1.250.000	3.824	100.832

Tabla 6. Empleos generados por la producción de Etanol. [1]

2.1.3.2 Sostenibilidad ambiental

La concentración de oxígeno en la masa de etanol representa el 35%, gracias a esto la combustión del etanol es más limpia y se obtiene un mejor desempeño de los motores, lo que lleva a reducir las emisiones de gases contaminantes. [21]

En la Tabla 7, se evidencia una disminución en la emisión de gases cuando se mezcla el 10% de Etanol en Gasolina (“E10”), siendo el monóxido de Carbono (CO) el gas con mayor disminución, alrededor de 9.4 gr/kw/hora.

El bioetanol no incrementa el CO_2 en la atmósfera, ya que en el proceso de combustión el CO_2 que emite es absorbido de nuevo para la transformación de la materia prima del mismo, además el bioetanol es biodegradable y no es tóxico.

Beneficios ambientales del Etanol		
Compuesto	Gasolina Corriente (gr/kW/hora)	E10 (gr/kW/hora)
Monóxido de Carbono (CO)	59,1	49,5
Dióxido de Carbono (CO ₂)	83,7	82,6
Hidrocarburos (HC) - (Metano, Butano, Benceno)	4,1	3,6
Oxígeno de nitrógeno (Nox)	2,5	2,2

Tabla 7. Beneficios ambientales del Etanol. [22]

2.1.4 Marco político

El Ministerio de Minas y Energía es el ente regulador del sector y el que fija los porcentajes en la mezcla, junto con los precios que son obtenidos a partir de fórmulas ya establecidas. Esta regulación está definida por las resoluciones 18 0222 de febrero 27 de 2006 y 18 0246 de febrero 29 de 2008 del MME.

A continuación se mencionan algunas leyes que impulsan el desarrollo del sector: [23]

- Ley 693 de septiembre 19 de 2001: dicta las normas del uso de los alcoholes carburantes y se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo. Con esta ley Colombia se abre paso para utilizar los biocombustibles en la gasolina en los centros urbanos, con más de 500.000 habitantes en todo el País.
- Ley 939 de 2004: estimula la producción y comercialización de biocombustibles para uso en motores diésel.
- Ley 788 de 2002: corresponde a estímulos tributarios y declara exento del IVA al alcohol carburante que está destinado a formar la mezcla con la base de combustible motor.

- Decreto 383 de 2007: modificado parcialmente por el Decreto 4051 de 2007, el cual establece estímulos para la implementación de zonas francas que sean para proyectos con contenidos agroindustriales específicamente biocombustibles.
- Ley 111 de 2006: establece una deducción de impuestos de renta.

Véase la legislación completa para biocombustibles en el Anexo A.

3. FACTORES DE RIESGO FINANCIERO EN LA CADENA DE LA CAÑA DE AZÚCAR – ETANOL

Una cadena de abastecimiento consiste en una serie de actividades y organizaciones relacionadas con la transformación de un bien, desde la obtención de la materia prima hasta la entrega al consumidor final [24], enfrentada a numerosos riesgos que son inherentes a la producción de cualquier producto que van desde retrasos en cualquier eslabón de la cadena hasta la descomposición y ruptura total, relacionados con pérdidas financieras en el valor de los activos. [25]

Debido a que el mundo actual está en constante cambio es volátil y parece ser más complejo todos los días, presenta riesgos generados por su propia naturaleza, vistos por las empresas como un mal necesario que deben ser minimizados o mitigados siempre que sea posible, invirtiendo capital para hacer frente a estos y a su vez examinando si tienen los controles adecuados, convirtiendo la gestión y administración del riesgo en clave importante para el éxito y la longevidad de los negocios. [26]

Como objetivo de la administración de riesgos está el asegurarse de que una empresa o inversionista no sufra pérdidas económicas inaceptables o no tolerables y mejorar el desempeño financiero de dicho agente económico, tomando en cuenta el rendimiento ajustado por el riesgo. Ventajas por las cuales el manejo y control del riesgo toma un papel fundamental dentro de las organizaciones en el momento de mitigar pérdidas, los cuales se clasifican en seis categorías: riesgo de crédito, liquidez, legal, operativo, reputación y de mercado.

El riesgo de mercado es la categoría a la cual pertenecen los factores de riesgo sujetos a estudio, ya que el precio del etanol puede generar pérdida por las diferentes variaciones del mercado, con la posibilidad de que el valor presente neto de un portafolio se mueva adversamente ante cambios en estas variables macroeconómicas que determinan la cartera de valores. [27]

La identificación de los riesgos a los que puede enfrentarse una cadena de abastecimiento se realiza por medio de un análisis cualitativo para un posterior análisis cuantitativo, teniendo en cuenta los tres criterios básicos de éxito: costo, tiempo y rendimiento.

Algunas de las técnicas para realizar la medición de riesgos son: [28]

1. Análisis de sensibilidad: Considerada la forma más fácil para análisis de riesgo, la cual determina el efecto en todo el proyecto al cambiar una de sus variables de riesgo y evidencia cómo ese efecto de una sola variable de riesgo produce una marcada diferencia en el resultado. La técnica también se usa para involucrar más de dos variables, y abordar el impacto del riesgo en la rentabilidad económica de cualquier proyecto.

2. Análisis probabilístico: Especifica una distribución de probabilidad para cada riesgo y luego considera el efecto de los riesgos en combinación. La forma más común de muestreo probabilístico se conoce como “Monte Carlo”. Este método se basa en el cálculo aleatorio de valores que caen dentro de una distribución de probabilidad especificada, descrita a menudo mediante el uso de tres estimaciones: mínimo u optimista, media o más probable y máximo o pesimista.

3. Intervalos de control y método de la memoria: Usado para la combinación de las distribuciones de probabilidad que proporciona una alternativa a la simulación Monte Carlo. Puede ofrecer una mayor precisión por menos esfuerzo.

4. Diagramas de influencia: Técnica relativamente nueva para el análisis de riesgo, proporcionan un medio poderoso para la construcción de modelos de las variables que están sujetas al riesgo, de manera que permiten el análisis del costo, tiempo y parámetros económicos de los proyectos.

5. Árboles de decisión: Método gráfico que reúne la información necesaria para tomar decisiones sobre el proyecto y mostrar los posibles cursos de acción y todos los futuros resultados posibles, con su respectiva probabilidad de ocurrencia.

Finalmente la gestión de riesgos utiliza la información recopilada durante la fase de análisis, para tomar decisiones sobre cómo mejorar la probabilidad de que el proyecto logre su costo, tiempo y demás objetivos conforme a la planeación financiera. También sirve para realizar planes de contingencia para los riesgos identificados en la fase cualitativa, y así tener una respuesta rápida a variaciones en las áreas críticas u obtener una alerta temprana de los riesgos que producen, por medio de procedimientos de monitoreo y vigilancia. [29]

3.1 Riesgos Financieros de Mercado

El riesgo se asocia con situaciones negativas y en finanzas con la posible pérdida en un portafolio de inversión, el cual está implícito en la toma de decisiones y en los procesos de inversión particularmente.

Los riesgos financieros están asociados a la posible pérdida que pueda sufrir un activo financiero. Existen diferentes naturalezas de riesgos clasificadas en riesgo de mercado, riesgo de crédito, riesgo de liquidez, riesgo legal, riesgo operativo y riesgo de reputación. [30]

En este caso sólo se estudiará el riesgo de mercado presente en la cadena de abastecimiento del etanol en Colombia. El riesgo de mercado es cuantificable y puede entenderse como la probabilidad de variación de los factores de riesgos, estos son variables que al moverse generan un cambio en el valor del mercado de un instrumento financiero, por ejemplo las tasas de interés, tipos de cambio, precio de las mercancías, entre otros.

En la fase de análisis e investigación de los riesgos que están presentes en la cadena de abastecimiento escogida, se escogen y determinan como factores de riesgo el precio del etanol y la demanda de gasolina regular motor, ya que estos factores son variables macroeconómicas en las que el sector no puede intervenir.

3.1.1 Precio del Etanol

Diversos factores han llevado al crecimiento tan acelerado en el estudio del riesgo durante los últimos años, como es el alto nivel de inestabilidad económica en los mercados en los cuales operan las firmas, especialmente para las economías emergentes. Fundamentalmente, la volatilidad se ve reflejada en los siguientes factores: La volatilidad de los mercados accionarios, la volatilidad de la tasa de cambio, la volatilidad de la tasa de interés y la volatilidad de los precios en el mercado de los commodities. [31]

Es por esto que dentro del análisis de riesgo financiero se evaluarán las implicaciones que tiene la variación del precio del etanol producido a partir de caña de azúcar, el cual está regulado únicamente por el gobierno, y se estableció mediante la Resolución 181088 de 2005, modificada por las resoluciones 180222 de 2006 y 181335 de 2007, la metodología de cálculo del ingreso al productor del alcohol carburante a distribuir en el país. [10]

En la Fórmula 1 se observan las diferentes variables que influyen en la determinación de precio del etanol. [32]

$$VEAC(t) = \frac{(AZLN(t) - GE) * TRM - TT(t)}{(FC1 - FC2 - FC3 + FC4) * FC5} * FC6 - CV$$

Fórmula 1. Ecuación para el cálculo del precio del Etanol.

Donde:

VEAC(t): Es el valor equivalente del alcohol carburante, expresado en COP/Galón en el periodo (t).

AZLN(t): Es el promedio móvil de las cotizaciones de cierre de la posición más cercana del azúcar blanco refinado, correspondiente al Contrato No. 5 de la Bolsa de Londres.

GE: Son los Gastos de exportación promedio del azúcar refinado. Este valor se fija en 26 USD/TON, de acuerdo con el promedio de los gastos de exportación del azúcar refinado (manejo de puerto, carga a contenedor y carga de contenedor a barco).

TRM: Es el promedio de la Tasa Representativa del Mercado, certificada por la autoridad competente, vigente para los 25 primeros días del mes inmediatamente anterior.

TT(t): Flete de transporte promedio del azúcar refinado entre el centro de producción y el puerto de exportación (Cali-Buenaventura), el cual se fija a partir del SICETAC (Sistema de Información de Costos Eficientes de Transporte Automotor de Carga www.mintrasmarte.gov.co) con los siguientes parámetros:

- Utilizando como vehículo de transporte un Tracto Camión.
- 2 horas de espera para cargue
- 1 hora para cargue
- 6 horas de espera para descargue
- 1 hora para descargue

FC1: Es la relación estequiométrica de producción de etanol por quintal de azúcar igual a 29,22 Lts/Quintal.

FC2: Es el factor de corrección por menor recuperación de sacarosa igual a 0,97 Lts/Quintal.

FC3: Factor asociado a los costos de transformación del azúcar en etanol anhidro, en planta igual a 6,378 Lts/Quintal.

FC4: Factor asociado al ahorro de los costos de refinación y blanqueo del azúcar equivalente a 2,025 Lts/Quintal.

FC5: Es el factor de conversión entre quintales de azúcar y toneladas de azúcar, el cual es 20.

FC6: Es el Factor de conversión de galones a litros, el cual es 3,785.

CV: Es el ahorro en COP/Galón, que se obtiene de utilizar la vinaza generada en el proceso de producción del alcohol carburante dentro de las actividades agrícolas para la obtención de las respectivas materias primas, el cual se fija en 22,39 COP/Galón,. Dicho valor se actualizará anualmente en el mes de Febrero de acuerdo con los costos de las materias primas petroquímicas a sustituir al aplicar la vinaza como fertilizante

t: Corresponde al mes para el cual se efectúa el cálculo.

Como se observó anteriormente con la Fórmula 1, el precio del Etanol depende de muchos factores y variables externas que no permiten determinar fácilmente su comportamiento a través del tiempo. Pese a esto, en el País se evidencian periodos de tiempo con cierta tendencia (Crecimiento, decrecimiento o estabilidad) que lleva a pensar que realmente deba existir una tendencia única. Pero esta creencia se desdibuja debido a que las variables que determinan este precio son altamente controladas por el gobierno. Caso contrario, por ejemplo, a otros mercados como el norteamericano, donde los precios sufren grandes fluctuaciones incluso de un día para otro, gracias a que en estos mercados de grandes superficies la intervención del gobierno es poca y las variables se vuelven muchos más cambiantes.

Como se muestra en la Figura 5, durante los 10 primeros meses del 2006 el precio del etanol muestra un crecimiento continuo, luego de este periodo la dinámica cambia y el precio comienza a sufrir una caída hasta febrero del 2008. En los siguientes meses se observa estabilidad hasta agosto del mismo año donde el precio comienza a incrementar, pero en el 2012 se empieza de nuevo a presentar una caída que se mantiene hasta mediados del 2013 y a partir de la fecha se evidencia un nuevo crecimiento.

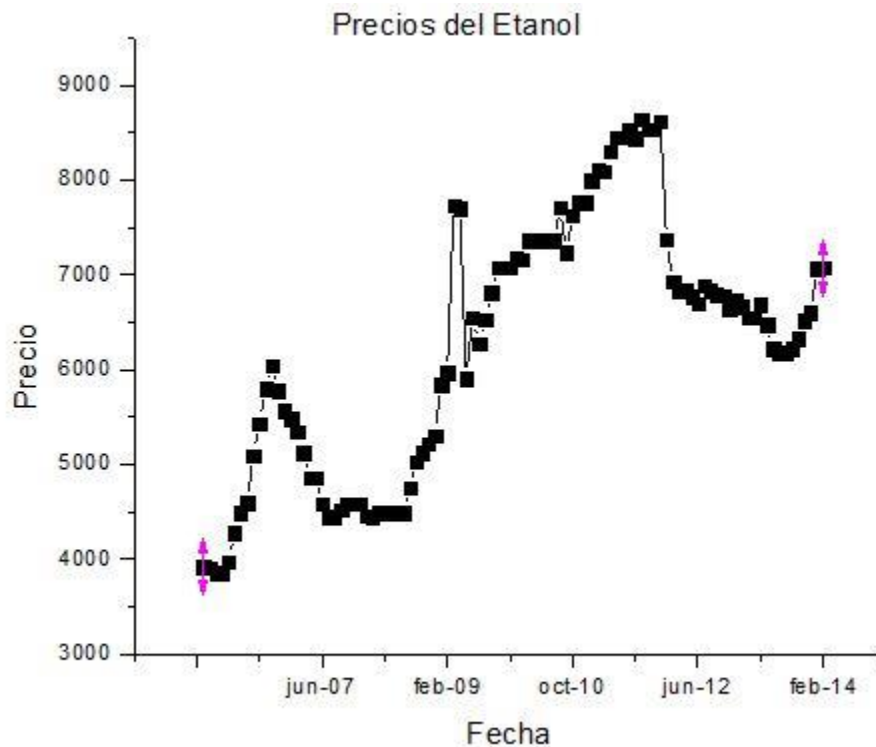


Figura 5. Precios históricos del etanol. [32]

3.1.2 Demanda Gasolina

El segundo riesgo financiero a analizar es la demanda de gasolina nacional, la cual contiene un porcentaje (%) de bioetanol que es definido por el Ministerio de Minas y Energía. Por ende la demanda del bioetanol depende tanto del consumo nacional de gasolina como del porcentaje establecido por el Estado.

El mercado posee un potencial visible en el futuro, ya que existe un proyecto para reemplazar el Decreto 1135 de 2009, el cual permitirá el aumento gradual del porcentaje de las mezclas para gasolina corriente y extra de 10% al 20% y del 10% al 85% respectivamente, sumado a esto se busca lograr que la mezcla sea obligatoria en todos los departamentos del País, ya que por ley en sólo 19 de los 32 departamentos del País la gasolina debe ser “E10”, lo que significa 10% de etanol y 90% gasolina [33].

Actualmente el etanol sólo reemplaza el 8% de la gasolina que se consume en Colombia, por lo que gremios como Fedebiocombustibles y Asocaña afirman en sus informes anuales de gestión, que la producción de bioetanol de primera generación está estancada, atribuyéndolo también a retrasos de las nuevas plantas para su puesta en marcha [34], con lo que podría aumentar la mezcla de alcohol carburante con gasolina de origen fósil del 10% al 15% en el 2016, en la medida en que Ecopetrol ponga en operación su nueva planta de Etanol en los Llanos Orientales. [35].

El modelo financiero con el que se trabaja tiene un supuesto de capacidad de 10 mil litros/día, es decir una planta pequeña respecto a otras plantas productoras, como por ejemplo Bioenergy, que tendrá una producción de 480 mil litros/día de etanol [36], por este motivo se decide modelar la variable de capacidad de producción y no la demanda, ya que esta va a ser superior y se venderá el 100% de la producción obtenida, y en un caso real la producción obtenida en la planta no es igual a la capacidad instalada por factores de seguridad o por diferentes motivos asociados a la operación.

El modelo financiero sujeto a estudio no presenta la producción real de un ingenio de la zona, debido a que en Colombia los ingenios dentro de su capacidad de producción involucran el azúcar refinado, el cual no hace parte del objeto a estudio, adicionalmente los supuestos del modelo corresponden a una planta pequeña con una menor capacidad e inversión, por lo que si se toman informes de un ingenio no estaría consistente el presente estudio.

4. DISEÑO Y APLICACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN CUANTITATIVA DEL RIESGO FINANCIERO EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

4. 1 Metodología

La medición del riesgo financiero ha cobrado vital importancia durante las últimas décadas debido al vertiginoso crecimiento en el volumen de clientes, aunando los procesos de globalización de los negocios que exigen un seguimiento técnico y riguroso de la exposición al riesgo. Estos controles se convierten cada vez más en una herramienta indispensable para las organizaciones, ya que una inadecuada gestión de los riesgos puede avocarlas a una situación de insolvencia e insostenibilidad, es por esto que cualquier entidad económica necesita identificar, valorar y cuantificar su exposición al riesgo, optimizando al mismo tiempo la rentabilidad. [37]

En este sentido, existen tres categorías de los métodos usados para la valoración de proyectos las cuales son: métodos basados en el retorno esperado, métodos basados en el riesgo al que se exponen los proyectos, y métodos que consideran al tiempo el riesgo y el retorno esperado con sus respectivos indicadores y modelos como se puede observar en Figura 6. [38]

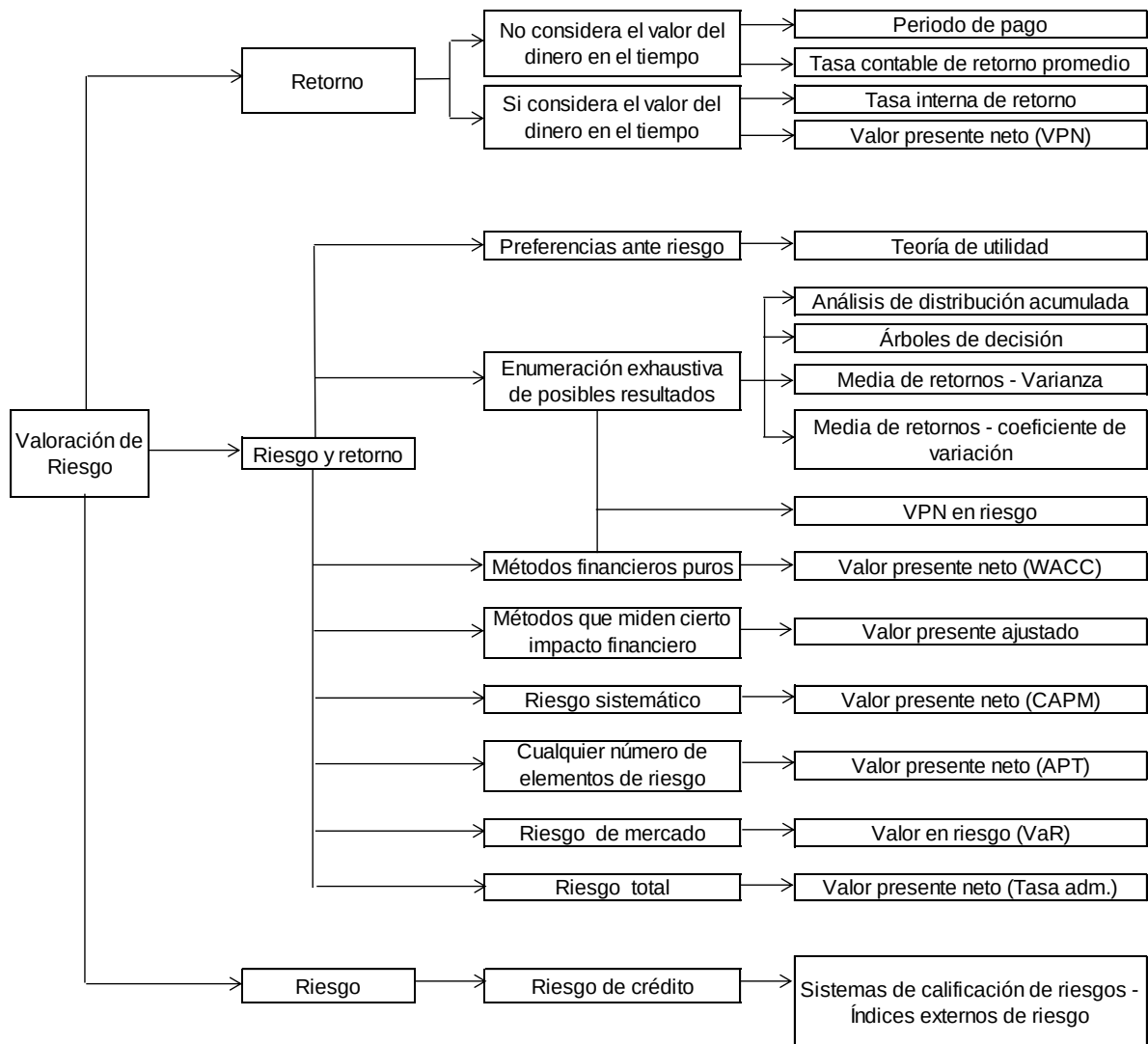


Figura 6. Clasificación de metodologías para el análisis de proyectos [39]

En este caso se evalúa el riesgo de mercado del etanol producido a partir de la caña de azúcar, por medio del Valor en Riesgo (VaR), que permite cuantificar la exposición al riesgo de mercado por medio de técnicas estadísticas tradicionales. [27]

4.2 Construcción del modelo financiero

En esta etapa, para la evaluación cuantitativa del riesgo se construyen los informes financieros de una planta productora de etanol a partir de la caña de azúcar y se determina el flujo de caja libre, los cuales se alimentan de información del “*Plan de negocios para montar una planta productora de Etanol en el Valle Del Cauca*”, y con los cuales se van a evidenciar las variaciones que se generan en el Valor Presente Neto de la compañía, ante los cambios del precio del etanol y la capacidad de producción mensual.

Los supuestos más importantes del informe financiero se presentan en la Tabla 8.

Supuestos del modelo financiero para Biovalle		
Inversión inicial	\$9.617.451.584	Aporte inicial en maquinaria, 33% inversión de capital y el restante a un préstamo de 5 años
Capacidad de Producción	300.000	Litros mensuales de etanol
	\$ 6,81	Costo fijo por litro de etanol producido, crece 4% anual.
Costos fijos de producción	32,5%	Este porcentaje de la producción por el precio de referencia del etanol es el costo de la materia prima.
Gastos de venta	\$ 88	Gasto por litro de etanol vendido, crece 4% anualmente.
Impuestos de renta	33%	Tasa de impuesto a la utilidad antes de impuestos
Política de cartera	Contado	Se paga en el mismo momento de realizar la operación
Pago de proveedores	Contado	Se paga en el mismo momento de realizar la operación
Inventarios	Ninguno	No se guarda inventarios de etanol en la empresa

Tabla 8. Supuestos Financieros. Fuente: Autores.

A continuación se observa el estado financiero de Biovalle proyectado a 10 años, que consta del balance general Tabla 9, estado de resultados Tabla 10, Flujo de Caja Libre y del cálculo del VPN Tabla 11, como escenario base para la simulación del modelo.

En el Anexo B se encuentra el flujo de fondos anuales.

ESTADO FINANCIERO

Balance Biovalle

BALANCE GENERAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
ACTIVOS										
Caja	\$ 12.238.602.471,89	\$ 19.581.021.101,00	\$ 27.480.977.831,63	\$ 35.254.264.794,61	\$ 42.932.363.057,76	\$ 51.709.943.249,08	\$ 65.710.449.717,06	\$ 80.186.167.128,00	\$ 92.591.287.402,62	\$ 103.205.165.388,11
Cuentas por cobrar inventarios	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Total activo	\$ 12.238.602.471,89	\$ 19.581.021.101,00	\$ 27.480.977.831,63	\$ 35.254.264.794,61	\$ 42.932.363.057,76	\$ 51.709.943.249,08	\$ 65.710.449.717,06	\$ 80.186.167.128,00	\$ 92.591.287.402,62	\$ 103.205.165.388,11
Activos	\$ 9.617.451.584,00	\$ 8.724.997.604,00	\$ 7.832.543.624,00	\$ 6.940.089.644,00	\$ 6.047.635.664,00	\$ 5.155.181.684,00	\$ 4.262.727.704,00	\$ 3.370.273.724,00	\$ 2.477.819.744,00	\$ 1.585.365.764,00
Depreciación y amortización	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00
Total activo fijo neto	\$ 8.724.997.604,00	\$ 7.832.543.624,00	\$ 6.940.089.644,00	\$ 6.047.635.664,00	\$ 5.155.181.684,00	\$ 4.262.727.704,00	\$ 3.370.273.724,00	\$ 2.477.819.744,00	\$ 1.585.365.764,00	\$ 692.911.784,00
Otros activos	\$ 73.266.716,00									
TOTAL ACTIVOS	\$ 21.036.866.791,89	\$ 27.413.564.725,00	\$ 34.421.067.475,63	\$ 41.301.900.458,61	\$ 48.087.544.741,76	\$ 55.972.670.953,08	\$ 69.080.723.441,06	\$ 82.663.986.872,00	\$ 94.176.653.166,62	\$ 103.898.077.172,11
PASIVOS										
Cuentas por pagar	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Préstamos	\$ 3.281.415.572,75	\$ 2.645.376.598,20	\$ 1.899.622.234,18	\$ 1.025.226.806,06	\$ (0,00)					
Impuestos renta por pagar	\$ 3.735.107.743,34	\$ 3.546.788.734,83	\$ 3.729.015.130,33	\$ 3.789.800.368,67	\$ 3.828.221.581,10	\$ 3.865.404.771,50	\$ 5.601.240.895,63	\$ 6.330.886.427,77	\$ 5.888.372.398,39	\$ 5.151.232.813,28
TOTAL PASIVO	\$ 7.016.523.316,09	\$ 6.192.165.333,03	\$ 5.628.637.364,51	\$ 4.815.027.174,73	\$ 3.828.221.581,10	\$ 3.865.404.771,50	\$ 5.601.240.895,63	\$ 6.330.886.427,77	\$ 5.888.372.398,39	\$ 5.151.232.813,28
PATRIMONIO										
Capital	\$ 6.436.942.906,00	\$ 6.436.942.906,00	\$ 6.436.942.906,00	\$ 6.436.942.906,00	\$ 6.436.942.906,00	\$ 6.436.942.906,00	\$ 6.436.942.906,00	\$ 6.436.942.906,00	\$ 6.436.942.906,00	\$ 6.436.942.906,00
Reservas acumuladas	\$ -	\$ -	\$ 720.105.591,62	\$ 1.477.208.663,53	\$ 2.246.652.980,81	\$ 3.023.897.968,48	\$ 3.808.692.270,58	\$ 4.945.913.906,96	\$ 6.231.275.696,84	\$ 7.426.793.729,24
Utilidades retenidas	\$ -	\$ 7.583.400.569,81	\$ 14.064.350.894,36	\$ 20.878.278.541,59	\$ 27.803.277.397,07	\$ 34.798.482.286,17	\$ 41.861.631.005,00	\$ 52.096.625.732,47	\$ 63.664.881.841,39	\$ 74.424.544.132,99
Utilidad del ejercicio	\$ 7.583.400.569,81	\$ 7.201.055.916,16	\$ 7.571.030.719,15	\$ 7.694.443.172,76	\$ 7.772.449.876,78	\$ 7.847.943.020,92	\$ 11.372.216.363,85	\$ 12.853.617.898,80	\$ 11.955.180.324,00	\$ 10.458.563.590,60
TOTAL PATRIMONIO	\$ 14.020.343.475,81	\$ 21.221.399.391,97	\$ 28.792.430.111,12	\$ 36.486.873.283,88	\$ 44.259.323.160,66	\$ 52.107.266.181,58	\$ 63.479.482.545,43	\$ 76.333.100.444,23	\$ 88.288.280.768,23	\$ 98.746.844.358,83
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	\$ 21.036.866.791,89	\$ 27.413.564.725,00	\$ 34.421.067.475,63	\$ 41.301.900.458,61	\$ 48.087.544.741,76	\$ 55.972.670.953,08	\$ 69.080.723.441,06	\$ 82.663.986.872,00	\$ 94.176.653.166,62	\$ 103.898.077.172,11

Tabla 9. Balance General

Estado de resultados Biovalle

ESTADO DE RESULTADOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Ingresos Ventas	\$ 22.463.270.613,58	\$ 21.338.738.324,34	\$ 21.986.577.292,26	\$ 22.238.428.580,90	\$ 22.683.460.839,44	\$ 22.865.293.587,76	\$ 30.923.370.053,79	\$ 34.824.295.442,29	\$ 32.761.374.464,62	\$ 29.291.155.096,64
Inv. Inicial	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(+) Compras	\$ 8.786.149.309,29	\$ 8.235.870.042,90	\$ 8.478.567.719,74	\$ 8.638.793.518,88	\$ 9.088.686.232,10	\$ 9.195.553.466,14	\$ 11.951.616.846,32	\$ 13.596.712.561,87	\$ 12.825.395.307,17	\$ 11.542.644.215,10
(-) Inventario Final	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(=) Costos de inventario utilizado	\$ 8.786.149.309,29	\$ 8.235.870.042,90	\$ 8.478.567.719,74	\$ 8.638.793.518,88	\$ 9.088.686.232,10	\$ 9.195.553.466,14	\$ 11.951.616.846,32	\$ 13.596.712.561,87	\$ 12.825.395.307,17	\$ 11.542.644.215,10
(+) Mano de obra fija	\$ 332.066.709,00	\$ 397.933.439,00	\$ 413.850.776,56	\$ 430.404.807,62	\$ 447.620.999,93	\$ 465.525.839,92	\$ 484.146.873,52	\$ 503.512.748,46	\$ 523.653.258,40	\$ 544.599.388,74
(+) Mano de obra variable	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(+) Costos fijos de producción	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(+) Depreciaciones y diferidos	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00	\$ 892.453.980,00
TOTAL COSTO DE VENTAS	\$ 10.010.669.998,29	\$ 9.526.257.461,90	\$ 9.784.872.476,30	\$ 9.961.652.306,51	\$ 10.428.761.212,02	\$ 10.553.533.286,07	\$ 13.328.217.699,85	\$ 14.992.679.290,33	\$ 14.241.502.545,57	\$ 12.979.697.583,83
UTILIDAD BRUTA	\$ 12.452.600.615,29	\$ 11.812.480.862,44	\$ 12.201.704.815,96	\$ 12.276.776.274,39	\$ 12.254.699.627,42	\$ 12.311.760.301,70	\$ 17.595.152.353,94	\$ 19.831.616.151,96	\$ 18.519.871.919,05	\$ 16.311.457.512,80
Gastos Administrativos	\$ 223.554.960,00	\$ 232.497.158,40	\$ 241.797.044,74	\$ 251.468.926,53	\$ 261.527.683,59	\$ 271.988.790,93	\$ 282.868.342,57	\$ 294.183.076,27	\$ 305.950.399,32	\$ 318.188.415,29
Gastos de ventas	\$ 263.945.205,59	\$ 278.560.535,27	\$ 289.265.509,44	\$ 299.108.458,24	\$ 301.376.515,69	\$ 326.423.718,34	\$ 338.826.751,90	\$ 352.928.749,12	\$ 370.368.797,35	\$ 383.472.693,63
Utilidad Operacional (U. Bruta - G.F)	\$ 11.965.100.449,70	\$ 11.301.423.168,76	\$ 11.670.642.261,78	\$ 11.726.198.889,62	\$ 11.691.795.428,14	\$ 11.713.347.792,43	\$ 16.973.457.259,48	\$ 19.184.504.326,57	\$ 17.843.552.722,39	\$ 15.609.796.403,88
Ingresos no operacionales										
(-) Gastos financieros	\$ 573.325.420,55	\$ 480.311.801,77	\$ 370.596.412,30	\$ 241.955.348,19	\$ 91.123.970,26	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) gastos preoperativos	\$ 73.266.716,00	\$ 73.266.716,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$ 11.318.508.313,14	\$ 10.747.844.650,99	\$ 11.300.045.849,48	\$ 11.484.243.541,43	\$ 11.600.671.457,88	\$ 11.713.347.792,43	\$ 16.973.457.259,48	\$ 19.184.504.326,57	\$ 17.843.552.722,39	\$ 15.609.796.403,88
IMPUESTOS 33%	\$ 3.735.107.743,34	\$ 3.546.788.734,83	\$ 3.729.015.130,33	\$ 3.789.800.368,67	\$ 3.828.221.581,10	\$ 3.865.404.771,50	\$ 5.601.240.895,63	\$ 6.330.886.427,77	\$ 5.888.372.398,39	\$ 5.151.232.813,28
UTILIDAD	\$ 7.583.400.569,81	\$ 7.201.055.916,16	\$ 7.571.030.719,15	\$ 7.694.443.172,76	\$ 7.772.449.876,78	\$ 7.847.943.020,92	\$ 11.372.216.363,85	\$ 12.853.617.898,80	\$ 11.955.180.324,00	\$ 10.458.563.590,60

Tabla 10. Estado de Resultados

Flujo de Caja Libre Biovalle

FLUJO DE CAJA LIBRE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
	\$ 12.188.655.409,70	\$ 7.798.812.582,83	\$ 8.365.650.569,69	\$ 8.248.652.682,82	\$ 8.163.522.739,06	\$ 8.157.114.997,26	\$ 13.390.920.824,55	\$ 13.877.446.500,21	\$ 11.818.616.685,94	\$ 109.640.403.269,72
VPN	\$ 99.555.433.797,82									

Tabla 11. Flujo de Caja Libre y VPN

4.2.1 Simulación del modelo

Posterior a la realización de los estados financieros y a la identificación de las fuentes de incertidumbre, se realiza la modelación de los riesgos utilizando Excel y teniendo como herramienta el software de simulación @Risk, el cual a través de un proceso iterativo muestrea valores para las diferentes variables del modelo en función de las distribuciones especificadas, y calcula la celda de interés. Finalizado el cálculo, se obtiene información sobre dichas celdas a través de numerosas estadísticas y gráficos que genera el simulador.

4.2.2 Variables de entrada y salida

Siguiendo un modelo de evaluación financiera de proyectos como se ve en la Figura 7, se determinan las variables de entrada, las cuales son el precio y la capacidad de la producción y como variable de salida el Valor Presente Neto.

Su relación Beneficio – Costo se establece a través de herramientas que soportan el modelo, de manera que se construye el flujo de caja del proyecto como resultado de estas relaciones, evidenciándose el impacto económico en los estados de resultados y en la variable de salida (criterio) VPN, ante un cambio en las variables de entrada.



Figura 7. Marco general de los procesos de Evaluación de Proyectos. [40]

4.2.2.1 Precio de etanol

Los datos del precio del etanol suministrados por el Ministerio de Minas y Energía, son una serie mensual desde el año 2005 (año de introducción al mercado) hasta febrero de 2014, a los cuales se les halla el logaritmo natural de la división entre el periodo anterior y el actual, y así se encuentra la nueva serie de datos que

corresponde a la variación de los precios, o variable de entrada la cual se nombra Logaritmo 1.

Este procedimiento se realiza dado que la serie de datos son n muestras de tamaño 1, procedentes de otras tantas poblaciones de características y distribuciones desconocidas. No se realiza el análisis con las técnicas habituales de estadística porque no se trata de un fenómeno determinístico sino que éste está sujeto a una aleatoriedad y así se logra estabilizar la media y la varianza de la serie.

La visualización de la serie de datos se encuentra en el Anexo C.

Utilizando la función de @Risk de Ajuste de distribución, se tiene como resultado que los datos Logaritmo 1 se ajustan a una distribución Laplace como se observa en la Figura 8, la cual se debe especificar en el momento de la simulación.

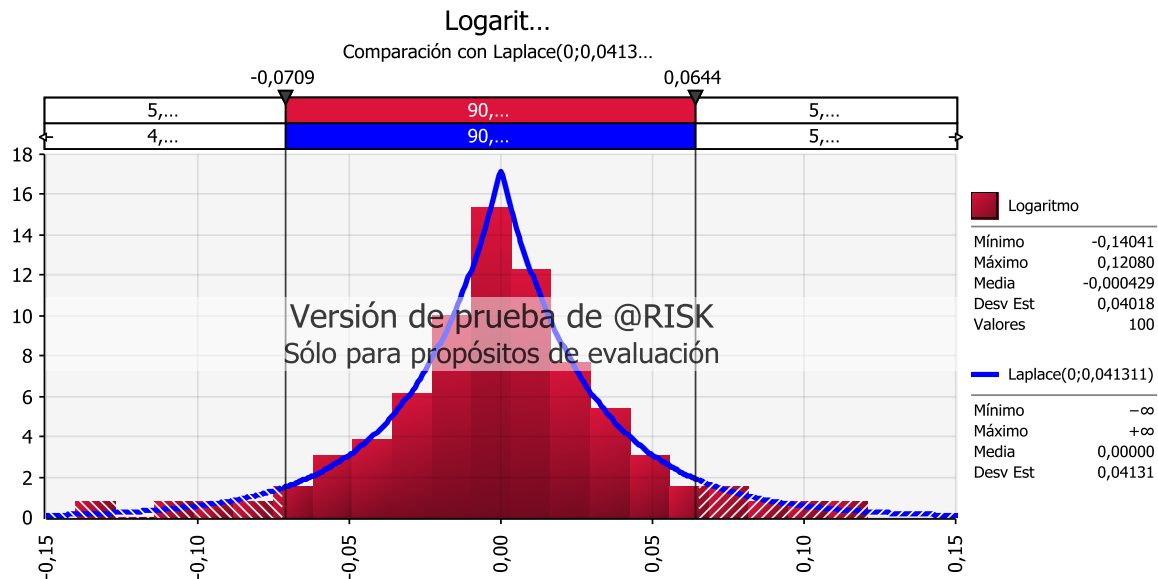


Figura 8. Variable de entrada: Precio. Fuente: @Risk.

Debido a que la variable Logaritmo 1 está mensual, se deben generar 120 entradas al modelo, que corresponden a los 10 años de la proyección del estado financiero. Estas celdas toman diferentes valores dentro de la distribución Laplace las cuales sumadas con 1 y multiplicadas por el precio base del etanol del periodo anterior, arroja el precio del periodo actual como se muestra en la Fórmula 2.

Estas celdas se conectan al cálculo de costos de materia prima y de ingresos por ventas.

$$P_t = P_{t-1} * (1 + \text{Log } 1)$$

Fórmula 2. Ecuación para el cálculo del precio con la simulación.

4.2.2.2 Capacidad de producción

Debido al modelo financiero construido donde la capacidad de la planta Biovalle es de 300.000 litros mensuales de etanol, y a la alta demanda del mismo en el país, se toma como supuesto que la demanda es siempre mayor a la producción, por lo tanto siempre se vende el total de la producción.

Se establece que la distribución de la capacidad de producción estimada sobre una capacidad de diseño de 300.000 litros es triangular como se muestra en la Figura 9, y como parámetros se establecen los porcentajes 75%, 90% y 85% para el rango de la distribución; no se asume 100% ya que se pueden presentar posibles paros en la producción, por mantenimiento y/o fallos de las máquinas o por cualquier otra situación que lleve a no cumplir en la totalidad la planeación de la producción.

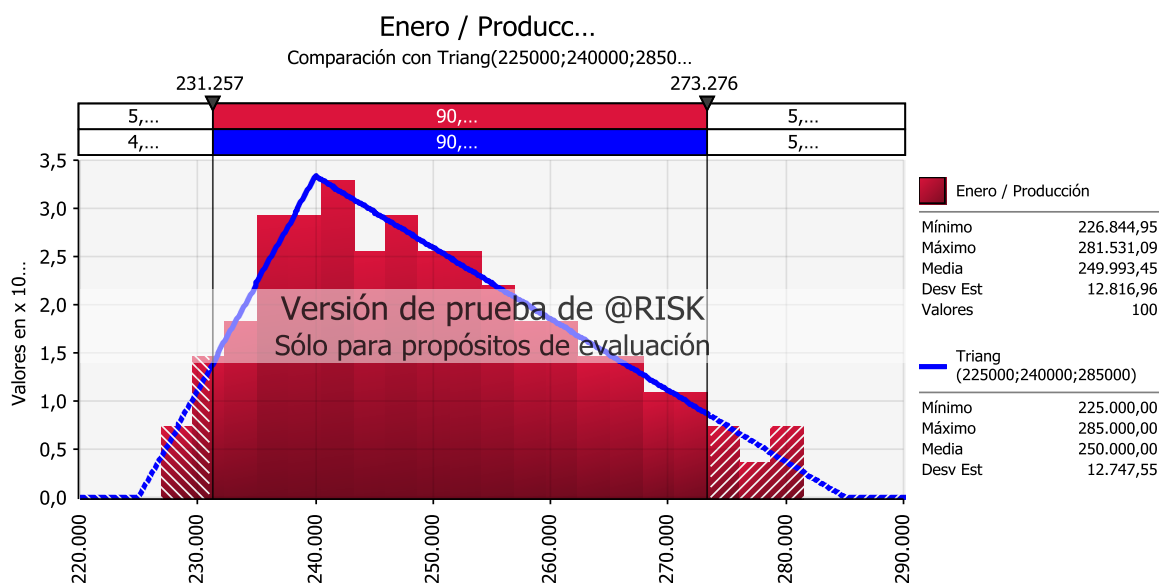


Figura 9. Variable de entrada - Capacidad de producción. Fuente: @Risk.

Esta variable se diferencia de la variable de entrada “Precio”, en que para crearla dentro del modelo se utiliza la función de @Risk Definir Distribuciones y se introducen los valores de la distribución escogida (75%, 80% y 90%). De igual manera que con el “Precio” se realizan 120 entradas que corresponden a los meses de los 10 años que abarca el estado financiero.

4.2.2.3 Variable de Salida: VPN

A partir de la simulación se obtiene la distribución del VPN como variable de salida, que se calcula a partir del Flujo de Caja Libre y logra establecer relaciones entre las diferentes variables del modelo. A través del VPN se evalúa el impacto en las utilidades de una planta productora de etanol al presentar fluctuaciones en sus variables de riesgo (precio – capacidad de producción).

El cálculo del VPN supone la adopción de una tasa de descuento apropiada, que para el análisis del caso será el WACC igual a 11,87%, y se halla con la Fórmula 3 [41], puesto que involucra en su estructura las fuentes de fondos requeridas por el proyecto asociadas a su respectiva tasa. La cual significa (Capital propio / Total de financiamiento) * (Costo de capital propio) + (Deudas de terceros / Total de financiamiento) * (Costo de la deuda) * (1 – Tasa de impuestos). [42]

Los valores de los parámetros de la ecuación son tomados del “*Plan de negocios para montar una planta productora de etanol en el Valle Del Cauca*”.

$$WACC = KE \left(\frac{CAA}{CAA + D} \right) + KD(1 - T) * \left(\frac{D}{CAA + D} \right)$$

Fórmula 3. Ecuación para cálculo del WACC

Donde:

KE: 12%

KD: 17,37%

CAA: 62,99%

D: 37,01%

T: 33%

Finalmente el cálculo del VPN se realiza en Excel a partir del Flujo de Caja Libre proyectado a 10 años, con la función VNA.

4.3 Resultados de Simulación

Dados los supuestos y el horizonte de tiempo para la proyección del flujo de caja de Biovalle, además de la identificación de las variables críticas y de sus distribuciones, se procede a usar un esquema de simulación con @Risk para generar la distribución del VPN del proyecto como se observa en la Figura 10.

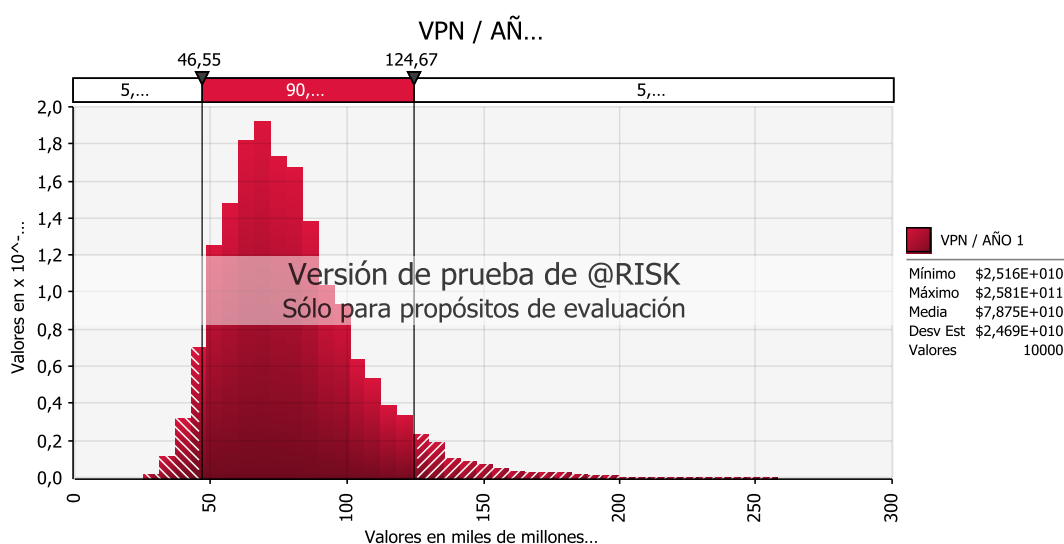


Figura 10. Distribución del Valor Presente Neto (VPN). Fuente: @Risk.

Se puede inferir de la Figura 10, que la probabilidad de que el proyecto no sea factible, entendida como la probabilidad de que las variables de salida adopten valores de referencia negativos, es de 0% para el caso de la variable de salida Valor Presente Neto ($P(VPN < 0) = 0$). Consecuentemente la probabilidad de factibilidad del proyecto está dada por el complemento, por lo que es del 100%.

A partir de la simulación no es necesario crear escenarios como se realiza en un análisis determinístico, debido a que @Risk realiza 10.000 iteraciones para arrojar el cálculo final del VPN.

De acuerdo al resumen estadístico generado por el software, la variable de salida VPN se distribuye con una media de \$78.868.519.480,64, el valor máximo es de \$234.248.341.177,91 y el valor mínimo es de \$25.997.200.267,29. Con una curtosis de 4,94, lo que significa que la distribución es leptocúrtica, es decir que los resultados se agrupan alrededor de la media como se observa en la Figura 10.

Para estimar posibles variaciones en el VPN del proyecto, se realiza variación de la producción diaria la producción diaria reduciéndola en un 50% como valor propuesto, pasando de producir 10.000 litros a producir 5.000 litros y de esta manera estimar el impacto sobre el VPN. Se sobre el VPN. Se mantiene la distribución escogida (75%, 80% y 90%), como se muestra en la muestra en la

Figura 11.

De igual manera que con el “Precio” y con la capacidad inicial de 10000 litros diarios, se realizan 120 entradas que corresponden a los meses de los 10 años que abarca el estado financiero.

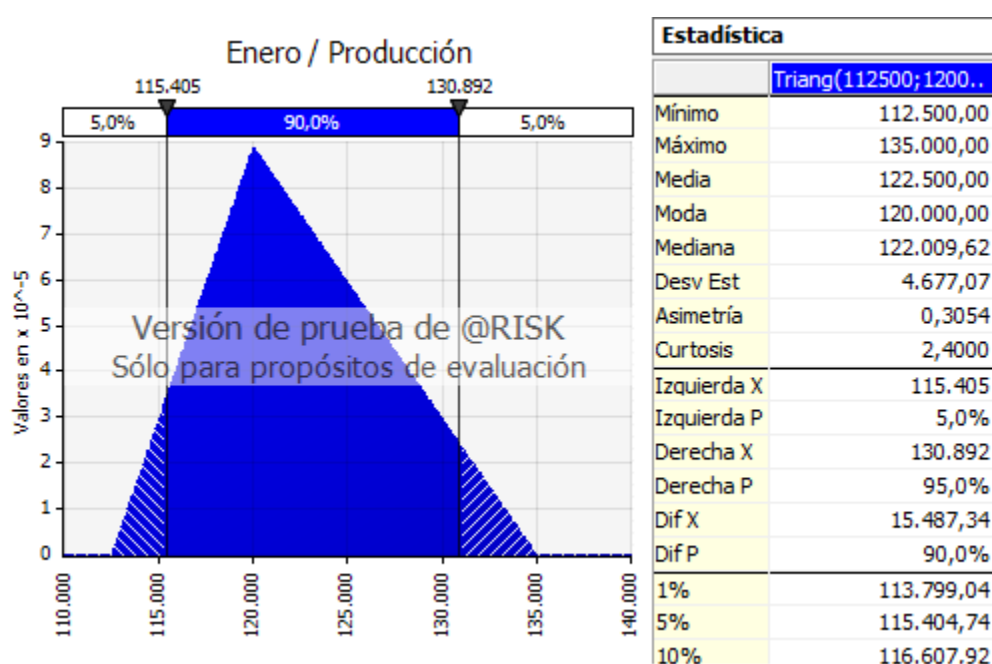


Figura 11. Variable de entrada. Capacidad 5000 litros diarios.
Fuente: @Risk

Como se observa en la Figura 12, la nueva distribución del VPN proyectado con una reducción del 50% en la producción, presenta el 6,7% de probabilidad de que sea negativo, con una media de \$5.098.837232,27, un máximo de \$46.954.766.915,09 y un mínimo de -\$3.636.338.517,43.

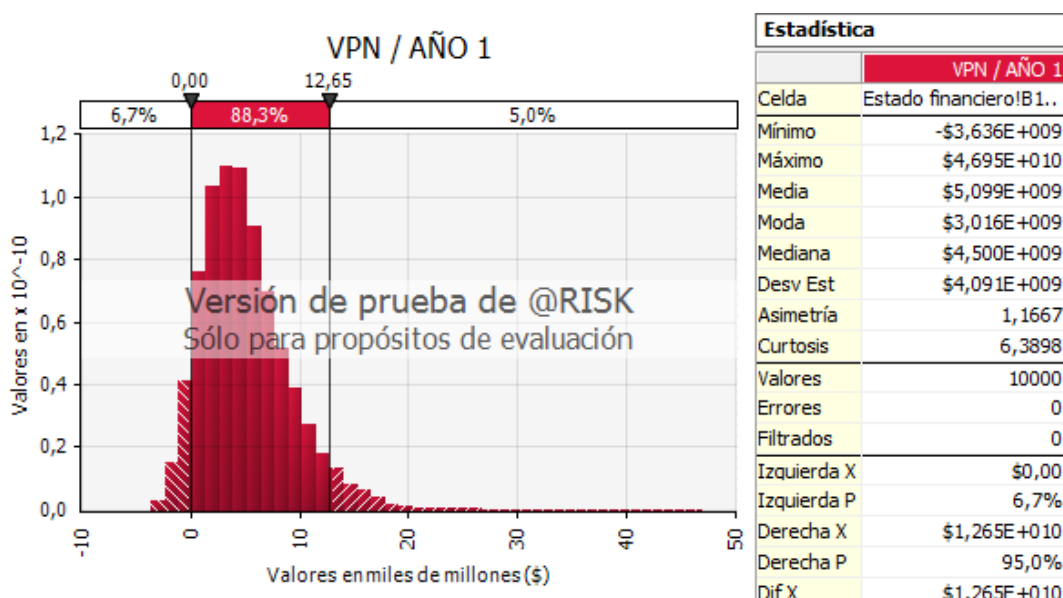


Figura 12. Distribución del Valor Presente Neto. Capacidad 5000 lt/día.
Fuente: @Risk

Mediante la función Riskoptimizer del software @risk se realiza un modelo en el cual se busca hallar la capacidad para que el VPN sea cero, ver Tabla 12. La capacidad mensual de producción se deja fija y el rango de estos datos serán las celdas ajustables en el modelo de optimización.

Meta	
Celda a optimizer	'Estado financiero'!B117
Estadístico a optimizer	Valor
Tipo de meta	Valor objetivo
Valor objetivo	\$ 0,00

Tabla 12. RiskOptimizer. Valor objetivo VPN=0

A partir del modelo donde el valor objetivo se establece para que el VPN sea 0 (CERO) y las celdas ajustables sean la capacidad mensual, Riskoptimizer realiza

1000 pruebas sobre la simulación del modelo de @risk y se obtiene la figura 13, que corresponde al progreso del VPN durante cada prueba realizada.



Año	Total producción
1	1382702,132
2	1391246,137
3	1392221,527
4	1353289,712
5	1311823,307
6	1368370,753
7	1363801,373
8	1345952,831
9	1351153,575
10	1346938,631

Tabla 13. Resultado de RiskOptimizer. Capacidad de producción

Para que el VPN sea cero la producción total de los 10 años debe ser 13'607.500, valor arrojado por Riskoptimizer. Comparando esta capacidad con la del modelo inicial mostrado, la capacidad de producción se redujo en un 45%.

La capacidad de producción de la planta productora debe ser un factor determinante en la planeación y debe estar alineada a los objetivos y expectativas de la gerencia, ya que de esta depende el Valor Presente Neto de la compañía el cual se afecta ante variaciones en la producción.

5. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS, MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTO.

La Administración de Riesgos es la disciplina que combina los recursos financieros, humanos, materiales y técnicos de la empresa, para identificar y evaluar los riesgos potenciales y decidir cómo manejarlos con una combinación óptima de costo – efectividad, relacionada directamente con las estrategias de mitigación de los riesgos. [43]

Los modelos de administración de riesgos financieros están basados principalmente en cuatro etapas:

Etapas 1. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS: Determinar cuáles son las exposiciones más importantes al riesgo en la unidad de análisis (familia, empresa o entidad), este proceso debe ser permanente e interactivo. Algunas formas de identificar el riesgo es a través de los historiales de siniestros propios y ajenos, encuestas estándar o cuestionarios, análisis de informaciones internas, consultas con expertos, elaboración de mapas de riesgos

Etapas 2. EVALUACIÓN DEL RIESGO: En esta etapa el objetivo es la cuantificación financiera de los riesgos que previamente fueron identificados.

Etapas 3. CONTROL DEL RIESGO: Se debe fijar los límites en los que se aceptará cada riesgo, y así decidir qué postura debe tomarse para tener un control sobre el mismo.

Etapla 4. MONITOREO DEL RIESGO: Las decisiones que se tomaron referente a los procesos de administración y políticas para dichos riesgos deben ser evaluadas y revisadas periódicamente.

En la etapa 3 se deben tomar decisiones de cómo tratar el riesgo, para esto se pueden tomar en cuenta las siguientes consideraciones: [44]

- Evitar el riesgo: Es siempre la primera opción. Se logra cuando al interior de los procesos se generan cambios sustanciales por mejoramiento, rediseño o eliminación, resultado de unos adecuados controles y acciones emprendidas.
- Reducir el riesgo: Cuando por diferentes motivos el riesgo no se puede evitar, el paso a seguir es reducirlo a su nivel más bajo posible. La reducción del riesgo es probablemente el método más sencillo y económico para superar las debilidades antes de aplicar medidas más costosas y difíciles. Se consigue mediante la optimización de los procedimientos y la implementación de controles.
- Dispersar y atomizar el riesgo: Se logra mediante la distribución o localización del riesgo en diversos lugares.
- Transferir el riesgo: Hace referencia a buscar respaldo y compartir con otro parte del riesgo. Esta técnica es usada para eliminar el riesgo de un lugar y pasarlo a otro o de un grupo a otro.
- Asumir el riesgo: Luego de que el riesgo ha sido reducido o transferido puede quedar un riesgo residual que se mantiene.

En la cadena de abastecimiento del etanol se controla el riesgo de mercado del precio mediante una estrategia de transferencia de riesgo, buscando respaldo en los proveedores de la principal materia prima del proceso, la caña de azúcar.

El pago de la caña de azúcar se realiza mediante un contrato que puede ser de compraventa, participación y/o arrendamiento, estos contratos son un instrumento financiero, los cuales son muy utilizados en la administración de riesgos y se conocen como instrumentos derivados, reducen los riesgos financieros y evitan que la empresa sufra pérdidas económicas.

6. CONCLUSIONES

Se entiende la importancia de identificar, medir y gestionar el riesgo financiero como un elemento para la administración en las cadenas de abastecimiento.

Se selecciona la cadena de abastecimiento de etanol a partir de la caña de azúcar para el estudio de riesgos financieros, por el fuerte crecimiento que tuvo la industria azucarera en el año 2014 y las repercusiones positivas en la generación de empleo y en el medio ambiente.

Los riesgos financieros deben ser identificados, medidos, evaluados y controlados debido a que a partir de ellos se estiman los ingresos y las posibles alteraciones que pueden conllevar a pérdidas significativas en las utilidades de la compañía, como son las variaciones en el precio del etanol.

El software @Risk permite la evaluación del riesgo financiero, ya que a partir de simulación MonteCarlo, simula múltiples resultados con un gran número de escenarios futuros y se obtienen probabilidades de los riesgos asociados, convirtiéndose en una herramienta para la toma de decisiones en la gestión y administración de riesgos.

Se deben ver los derivados financieros como herramientas que permiten anticipar posibles fluctuaciones que afecten los activos ofrecidos y demandados, a través de los cuales se pueden reducir los riesgos financieros a los que se exponen en el mercado.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Banco de la república, Panorama Económico. EN: Boletín Económico Regional Suroccidente, Junio, 2014: Colombia. p. 1-3. 2014.

[2] J. Wu and J. Li. Risk management in supply chains. EN: International Journal of Revenue Management. x Vol 5. Cap. 2-3.P.157-204. 2005.

[3] T. Merna and F. Al-Thani. Corporate Risk Management: An Organisational Perspective. Usa, Julio. p. 2.7. 2005.

[4] Especialista en gestión de riesgos financieros 2012. Disponible en: http://www.usergioarboleda.edu.co/postgrados/especializacion_riesgos_financieros.htm. Citado el 11 Agosto 2015.

[5] Economía Colombiana 2014. Disponible en: <http://www.portafolio.co/columnistas/economia-colombiana-2014-opinion>. Citado el 03 de Abril 2015.

[6] Asocaña. Cálculos Centro Regional de Estudios Económicos, Cali. Banco de la república, 2014.

[7] Balance y Perspectivas del Sector Agropecuario Colombiano. Disponible en: <http://www.sac.org.co/es/estudios-economicos/balance-sector-agropecuario-colombiano.html>. Citado el 03 de Abril de 2015.

[8] S. Arango, A. Yoshioka and V. Gutierrez. Análisis del Ambiente Competitivo del Clúster bioindustrial del azúcar en el Valle geográfico del río Cauca. Cali, Colombia. Santiago de Cali. Noviembre, 2013.

[9] DANE, Asocaña. Cálculos centro regional de estudios económicos, Cali. Banco de la república. 2013.

[10] Ministerio de Minas y Energía. Biocombustibles en Colombia. Bogotá, abril. 2009.

-
- [11] J. Casanova. Red temática: “Utilización de Combustibles Alternativos en Motores Térmicos”. Módulo 1. Medellín, septiembre 2-25. 2002.
- [12] S. Arango and A. Torres. Economic incidences of ethanol as biofuel in Colombia over the sugar cane products: a system dynamics approach. *Revista Avances en Sistemas e Informática* 5(2): 69-75. 2008
- [13] J.C. Escobar, E.S. Lora, O.J. Venturini, E.E. Yáñez, E.F. Castillo and O. Almazan. Biofuels: environment, technology and food security. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13(6-7): 1275-1287. 2009.
- [14] Nathan S. Mosier, Klein E. Ileleji. HOW FUEL ETHANOL IS MADE FROM CORN. Department of Agricultural and Biological Engineering, Purdue University, West Lafayette, IN, USA.
- [15] S.P.S. Badwal, S. Giddey, A. Kulkarni, J. Goel , S. Basu. Direct ethanol fuel cells for transport and stationary applications – A comprehensive review. *Applied Energy*. p 80–103. 2015
- [16] Farrell, A.E., Plevin, R.J., Turner, B.T., Jones, A.D., O'Hare, M., Kammen, D.M. Ethanol can contribute to energy and environmental goals. *Science* 311 (5760), 506–508. 2006.
- [17] Federación nacional de Biocombustibles de Colombia. Preguntas Frecuentes de los Biocombustibles. Disponible en: <http://www.fedebiocombustibles.com/nota-web-id-923.htm>. Citado el 04 de abril de 2015.
- [18] OJ. Sánchez, CA Cardona. Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks. *Bioresour Technol*;99:5270–95. 2008.
- [19] J. DiPardo. Outlook for biomass ethanol production and demand, forecasts. Canada. Diciembre. 2003.
- [20] Proceso de Obtención de Etanol. Cenicaña. Disponible en: http://www.cenicana.org/pop_up/fabrica/diagrama_etanol.php. Citado el 29 marzo de 2015.
- [21] Bioetanol de caña de azúcar, una energía para el desarrollo sostenible. Resumen ejecutivo. 2008.
- [22] ECOPETROL. Estudio mezclas de gasolina con etanol anhidro. 2005.
- [23] Federación nacional de Biocombustibles de Colombia. Normatividad General de los Biocombustibles en Colombia. Disponible en:

<http://www.fedebiocombustibles.com/v3/main-pagina-id-29.htm>. Citado el 09 abril de 2015.

[24] C. Donald J. Waters. Supply Chain Risk Management: Vulnerability and Resilience in Logistics. 2007.

[25] I. Martínez. Definición y Cuantificación de los Riesgos Financieros. Disponible en: Global Risk Management, BBVA. No. 5. Primavera 2012. P. 26-29.

[26] J. Atkinson. C. Jourdan. A practical guide to risk assessment. How principles-based risk assessment enables organizations to take the right risks. 2008.

[27] A. Lara. Medición y Control de Riesgos Financieros. Incluye riesgo de mercado y de crédito. 3ra Ed. México. 2008.

[28] C. Norris. J. Perry. P. Simon. PROJECT RISK ANALYSIS AND MANAGEMENT. THE ASSOCIATION FOR PROJECT MANAGEMENT (formerly The Association Of Project Managers). Enero. 2000.

[29] A. Lara. Administración de Riesgos. Abril. 2006.

[30] J. Ávila. Medición y Control de Riesgos Financieros. Pontificia Universidad Javeriana. Junio. 2011.

[31] Análisis de Riesgo en Proyectos de Inversión. Un Caso de Estudio. EN: Scientia et Technica. Año XIV, No 38. Universidad Tecnológica de Pereira. Junio. 2008.

[32] Ministerio de Agricultura. Febrero. 2015.

[33] A. Acosta. O. Cabrales. Memorias al Congreso de la República. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá. 2014.

[34] J. Martínez. N. Montoya. M. Sierra. Energía del futuro: Bioalcoholes a partir de Residuos Sólidos Humanos (RSU). Universidad EAN. 2014.

[35] Informe anual 2012-2013 Asocaña. Aspectos generales del sector azucarero 2012- 2013. Mayo. 2013.

[36] Producción de biocombustibles en Colombia crecerá en 2014. Disponible en: <http://www.elpais.com.co/elpais/economia/noticias/produccion-biocombustibles-colombia-crecera-2014> citado el 14 abril de 2015.

[37] J. Ortega. J. Martinez. J. Valencia. El modelo de calificación crediticia Z-Score: Aplicación de la evaluación del riesgo crediticio de HB FULLER Colombia LTDA. Noviembre. 2009.

[38] D. Manotas. H. Toro. Análisis de decisiones de inversión utilizando el criterio valor presente neto en riesgo (VPN en riesgo). Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia No. 49. pp. 199-213. Septiembre. 2009.

[39] Ye y Tiong. Risk in infrastructure Project Evaluation. 2000.

[40] D. Manotas. Análisis de Riesgo en Evaluación de Proyectos: Aplicando Técnicas de Simulación. Heurística 13. P 15 – 25.

[41] I. Vélez. El costo promedio ponderado de capital. Agosto. 2014.

[42] C. Mateus. Nueva Oportunidad de Negocio. Marzo. 2015.

[43] I. Santos. Administración de los riesgos de control interno: principales funciones y técnicas. Contribuciones a la Economía. Octubre. 2009.

[44] E. Pelegrín. La Administración de los Riesgos. Cuba. 2006.