

**VENTAJAS COMPARATIVAS PARA EL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE ALCOHOL
CARBURANTE EN LA REGION DEL VALLE DEL CAUCA**

**SANDRA LILIANA LOPEZ RENGIFO
HELBERTH CUELLAR BERNAL**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS
SANTIAGO DE CALI
2003**

**VENTAJAS COMPARATIVAS PARA EL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE ALCOHOL
CARBURANTE EN LA REGION DEL VALLE DEL CAUCA**

**SANDRA LILIANA LOPEZ RENGIFO
HELBERTH CUELLAR BERNAL**

Tesis de grado presentada para optar al título de Magíster en Administración de Negocios

**Director: Hugo Ortiz Vásquez
Economista – M.B.A.**

**CORPORACIÓN UNIVEERSITARIA AUTONÓMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS
SANTIAGO DE CALI
2003**

Aprobado por el comité de Trabajos de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Corporación Universitaria Autónoma de Occidente, para optar por el título de Magíster en Administración de Negocios.

Hugo Ortiz Vásquez
Director de Tesis de Grado

Henry Cardona
Jurado

Harold Rizo Otero
Jurado

Santiago de Cali, 25 de marzo de 2003

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. RELACIÓN ENTRE DESARROLLO Y CALIDAD DE VIDA	12
1.1 UN ACERCAMIENTO AL PROBLEMA DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES DEL MEDIO AMBIENTE	12
1.2 ANÁLISIS DE IMPACTO	14
1.2.1 Análisis de Impacto Ambiental (AIA).	14
1.2.2 Análisis del Impacto Económico.	18
1.3 ANÁLISIS DE IMPACTO EN COLOMBIA	18
1.3.1 Análisis del Impacto Ambiental.	19
1.3.2 Análisis del Impacto Económico.	24
2 EL ALCOHOL CARBURANTE COMO ALTERNATIVA ANTE LA CONTAMINACION AMBIENTAL	25
2.1 DESCRIPCION	25
2.2 ANTECEDENTES DE USO DEL ALCOHOL CARBURANTE	26
3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE ALCOHOL POTABLE	32
3.1 EVOLUCIÓN DE LAS REGALÍAS POR PRODUCCIÓN	32
3.2 EVOLUCIÓN DE LAS DESTILERÍAS DEPARTAMENTALES E IMPORTACIONES DE ALCOHOL	33
3.3 DESTILERÍAS NECESARIAS PARA CUBRIR LA DEMANDA Y EMPLEO GENERADO	35
3.4 IMPACTO EN LA BALANZA DE PAGOS POR SUSTITUCIÓN DE IMPORTACIÓN DE GASOLINA	37
3.5 RESUMEN DE LOS REQUERIMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL ANHIDRO	43
3.6 CONDICIONES DEL VALLE DEL CAUCA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	43

3.7	IMPACTO EN LOS INGENIOS POR SUSTITUCIÓN DE EXPORTACIÓN DE AZUCAR	44
4	ESTUDIOS TÉCNICOS E INVESTIGACIONES REALIZADAS EN PRODUCCIÓN DE ALCOHOL CARBURANTE	46
4.1	FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DEL ALCOHOL ANHIDRO	47
4.1.1	La estabilidad de la mezcla.	48
4.1.2	La proporción aconsejable de alcohol en la mezcla.	48
4.2	FACTORES BÁSICOS EN UN PROYECTO DE ALCOHOL ANHIDRO	48
4.2.1	Cálculo de requerimientos de mieles.	48
4.2.2	Análisis estadístico del sector azucarero.	51
4.3	ANÁLISIS TÉCNICO DE UNA DESTILERÍA	54
4.3.1	Proceso de producción.	54
4.3.2	Necesidades de maquinaria y equipo, instrumentación.	57
4.3.3	Capacidades requeridas.	59
4.3.4	Recursos, insumos y servicios.	59
4.3.5	Tratamiento para vinaza.	62
4.3.6	Costos de producción.	62
5	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	64
5.1	REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS PÚBLICOS	64
5.2	IDENTIFICACION, EVALUACION Y CLASIFICACION DE EFECTOS AMBIENTALES.	66
5.2.1	Aspectos Físicos.	66
5.2.2	Aspectos Biológicos.	68
5.3	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	69
5.3.1	Programa Manejo Recurso Agua.	69
5.3.2	Programa Manejo Recurso Aire falta planta de recuperación de CO ₂	69
5.3.3	Programa de Residuos Sólidos.	70
5.3.4	Programa de Señalización.	70
5.3.5	Proyecto Paisajístico.	71

5.4	PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	71
5.4.1	Vertimientos Líquidos.	71
5.4.2	Emisiones a la atmósfera.	71
5.4.3	Residuos Sólidos.	71
6	MODELO DE SIMULACION FINANCIERA PARA UNA PLANTA DE ALCOHOL	73
7	MARCO LEGAL	81
7.1	NORMAS NACIONALES	81
7.2	NORMAS DEPARTAMENTALES	82
7.3	LA ACTUALIDAD	82
8	MARCO CONCEPTUAL	85
8.1	PREGUNTAS Y RESPUESTAS SOBRE EL ETANOL	85
8.2	DESARROLLO SUSTENTABLE	85
8.3	GLOSARIO DE TÉRMINOS	86
9	CONCLUSIONES	88
	BIBLIOGRAFÍA	90
	ANEXOS	92

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Total de las emisiones de dióxido de carbono – CO ₂	15
Cuadro 2. Exportaciones de Acetato de Etilo	33
Cuadro 3. Costos en la importación de alcohol	35
Cuadro 4. Sensibilidades de precio FOB por litro de alcohol	35
Cuadro 5. Venta histórica de gasolina motor en Colombia	38
Cuadro 6. Resumen de consumo anual histórico de gasolina Valle del Cauca	39
Cuadro 7. Demanda anual nacional y regional proyectada 2001 - 2017	40
Cuadro 8. Efecto en la balanza de pagos por sustitución de importación de gasolina	41
Cuadro 9. Consumo de gasolina en el Valle del Cauca y reducción de importaciones a un 10% de oxigenación	42
Cuadro 10. Resumen de requerimientos para producción de alcohol anhidro	43
Cuadro 11. Distribución regional área sembrada de caña	43
Cuadro 12. Requerimientos para la producción de alcohol anhidro	49
Cuadro 13. Estructura de la Oferta y Demanda Azucarera Colombiana 1998 - 2001	51
Cuadro 14. Balance Azucarero Colombiano 1980 - 2001	52
Cuadro 15. Balance de miel final 1980 - 2001	53
Cuadro 16. Rendimientos a partir de jugos	60
Cuadro 17. Consumo de materias primas	61
Cuadro 18. Consumos específicos de insumos y servicios para la producción de alcohol a partir de jugos y de melazas.	61
Cuadro 19. Costos estimados de una planta para la producción de 220.000 litros de alcohol anhidro/día.	62

Cuadro 20.	Valoración de impacto en las emisiones debido al uso de alcohol etílico anhidro como aditivo de la gasolina en Bogotá.	64
Cuadro 21.	Consumo de energía	65
Cuadro 22.	Aves en vías de extinción	69
Cuadro 23.	Principales residuos sólidos que se generarían en el proceso productivo	70
Cuadro 24.	Variables del modelo de simulación financiera	74
Cuadro 25.	Datos básicos generales y del mercado	75
Cuadro 26.	Datos básicos de producción	76
Cuadro 27.	Datos básicos de admón., ventas y del balance	77
Cuadro 28.	Cálculo de costos y gastos de la simulación	78
Cuadro 29.	Estado de Resultados proyectado	79
Cuadro 30.	Tabla de amortización de crédito en US\$ y de diferencia en cambio	80
Cuadro 31.	Requisitos de calidad de las gasolinas colombianas	84

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. Internacional Energy Agency, World Energy Wootlook 2000	17
Gráfico 2. Emisiones de CO ₂ (MM Tn)	22
Gráfico 3. Emisiones de NO ₂ (Tn)	22
Gráfico 4. Emisiones de NO _x (Tn)	23
Gráfico 5. Emisiones de CO (Tn)	23
Gráfico 6. Importaciones Anuales de Alcohol	34
Gráfico 7. Mecanismo de Fondo de Estabilización de Precios	45

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ubicación de posibles complejos agroindustriales alcoholeros en Colombia	36
Figura 2. Descripción del proceso de producción de la melaza	50
Figura 3. Esquema general del proceso de producción de alcohol anhidro	56

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica se ha constituido en una de las principales preocupaciones del hombre, el descuido en la conservación del medio ambiente ha ocasionado una gran fragilidad en el ecosistema sufriendo consecuencias que pueden ser irreversibles como el efecto invernadero.

Existe una clara tendencia mundial respecto al control de la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, firmándose tratados y protocolos internacionales como los de Montreal y Kyoto, a los cuales Colombia se ha suscrito.

No hay duda que el mayor contaminante es el CO₂, generado por la combustión de carburantes fósiles particularmente por todo tipo de vehículos de transporte, es decir, el hombre es el que en mayor medida contribuye a la contaminación atmosférica.

Los combustibles fósiles son una fuente costosa y agotable, que puede ser sustituida parcialmente por fuentes alternas como el alcohol y se proyecta como una gran alternativa de sustitución de la importación de petróleo para aquellos países que no son autosuficientes.

En el caso del petróleo para Colombia, el país será autosuficiente en suministro de crudo hasta el año 2004 cuando, de no contar con nuevos descubrimientos de reservas, se haría necesaria la importación, no solo de gasolina, sino también de crecientes volúmenes de crudo, para atender la demanda interna.

Nuestro país y particularmente la región del Valle del Cauca tienen una gran tradición agrícola que permitiría producir alcohol de fuentes como la melaza proveniente de la caña de azúcar, producto que es intensivo en mano de obra y con un gran atractivo, es un recurso totalmente renovable.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar como existiendo el marco jurídico adecuado para la producción de alcohol carburante puede constituirse en una estrategia de desarrollo regional al convertirse en un dinamizador de la producción agrícola y del empleo productivo, y a la vez contribuir a la atenuación de la contaminación ambiental al disminuir la emisión de gases.

Para el logro del objetivo planteado, tomaremos como base investigaciones técnicas sobre la generación de alcohol carburante y analizaremos documentos relacionados con experiencias similares en otros países donde ya se han construido plantas para su destilación y venta comercial.

Por último, vale la pena mencionar que existe una búsqueda por lograr, en el marco del concepto de Desarrollo Humano Sostenible, un equilibrio entre crecimiento económico y conservación del medio ambiente, siendo un factor vital la consideración respecto a las fuentes de consumo de los diferentes tipos de energía.

1. RELACIÓN ENTRE DESARROLLO Y CALIDAD DE VIDA

“No es sencillo discernir entre lo que
conviene conservar y lo que hay que destruir”
Alfons Barcelot. *Filosofía de la Economía*. Barcelona. Ed. Icaria. 1992

1.1 UN ACERCAMIENTO AL PROBLEMA DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES DEL MEDIO AMBIENTE

Existe una clara contradicción entre desarrollo y calidad de vida. El precio que se ha pagado es el de la contaminación ambiental fruto de la utilización de recursos cuyos desperdicios afectan el ecosistema. El progreso y el desarrollo exige observar atentamente el entorno para lograr comprender una realidad amenazante, facilitar la visualización y puesta en marcha de alternativas creativas para superar la crisis que se avecina y lograr elevar la calidad de vida de las personas.

Las relaciones que se plantean entre los actores económicos y el estado a través de leyes que buscan regular el uso de los diferentes recursos consumidos han dado algún tipo de resultados, particularmente en América Latina en cuanto a contaminación de cuencas hidrográficas¹ pero en lo referente a la contaminación del aire, producido principalmente por monóxido de carbono (CO₂), no se han implementado los instrumentos necesarios para el control de emisiones contaminantes.

Existe una preocupación mundial sobre la regulación del sistema climático. La Organización de Naciones Unidas ha planteado la llamada “Convención Marco Sobre el Cambio Climático”. Al establecer un procedimiento permanente de examen, debate e intercambio de informaciones, la Convención permite asumir compromisos adicionales en respuesta a los cambios que se produzcan en la comprensión científica de los problemas y en la voluntad política existente.

En junio de 1992, la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, también conocida como la Cumbre de la Tierra, se reunió durante 12 días en las cercanías de Río de Janeiro, Brasil. Esta cumbre desarrolló y legitimó una agenda de medidas relacionadas con el cambio medioambiental, económico y político. El propósito de la conferencia fue determinar qué reformas medioambientales era necesario emprender a largo plazo, e iniciar procesos para su implantación y supervisión internacionales. Se celebraron convenciones para discutir y aprobar documentos sobre medio ambiente. Los principales temas abordados en estas convenciones incluían el cambio climático, la biodiversidad, la protección forestal, la Agenda 21 (un proyecto de desarrollo medioambiental de 900 páginas) y la Declaración de Río (un documento de seis páginas que demandaba la integración de medio ambiente y desarrollo económico). La Cumbre de la Tierra fue un acontecimiento histórico de gran significado. No sólo hizo del medio ambiente una prioridad a escala mundial, sino que a ella asistieron delegados de 178 países, lo que la convirtió en la mayor conferencia celebrada hasta ese momento.

Posteriormente, se creó un grupo de trabajo para presentar un documento que estableciera las reglas de juego en control ambiental y se citó a una gran reunión para su firma. Unos 10.000 delegados, observadores y periodistas asistieron a este evento, de gran envergadura, celebrado en

¹ Sección extraída de Acquatella, Jean, “Aplicación de Instrumentos Económicos en la Gestión Ambiental en América Latina y el Caribe: desafíos y factores condicionantes”. CEPAL, Serie Medio ambiente y desarrollo N° 31, LC/L.1488-P, enero de 2001.

Kyoto, Japón, en diciembre de 1997. En la Conferencia se llegó por consenso a la decisión de aprobar un Protocolo en virtud del cual los países industrializados se comprometen a reducir, para el periodo 2008 – 2012, el total de sus emisiones de gases de efecto invernadero por lo menos en un 5%, en relación con los niveles de 1990. Se confía en que este compromiso vinculante produzca una reversión histórica de la tendencia ascendente de las emisiones, que se inició en dichos países hace unos 150 años.

El Protocolo de Kyoto² se abrió a la firma el 16 de marzo de 1998 y entrará en vigor 90 días después de que o hayan ratificado al menos 55 Partes en la Convención, entre ellas, los países desarrollados que producían al menos el 55% del total de emisiones de dióxido de carbono del grupo de naciones industrializadas en 1990. Entre tanto, las Partes o países en la Convención sobre el Cambio Climático, seguirán cumpliendo los compromisos que han contraído en virtud de la Convención y harán preparativos para la aplicación futura del Protocolo.

No cabe la menor duda de que aparte de unir esfuerzos cuyos efectos han sido más políticos que prácticos, se debe buscar un modelo o metodología que permita establecer una relación costo-beneficio y demostrar, en la medida de lo posible no solo la utilidad ambiental sino su beneficio económico.

El sustento metodológico se encuentra en la denomina **Economía Ambiental**, la cual “se concentra principalmente en cómo y porqué las personas toman decisiones que tienen consecuencias ambientales. Además se ocupa de estudiar las maneras como se pueden cambiar las políticas e instituciones económicas con el propósito de equilibrar un poco más esos impactos ambientales con los deseos humanos y las necesidades del ecosistema en sí mismo”³.

Hoy en día es bastante generalizada la visión que considera que los mercados son las instituciones más efectivas y eficientes para asignar los recursos escasos. Sin embargo, sabemos que en presencia de externalidades (negativas en este caso), los mercados no producen asignaciones socialmente eficientes (ejemplos: contaminación, congestión, etc.).

Se hace necesario el que las sociedades del mundo reconozcan la fragilidad del ecosistema y acepten que, así como se habla del consumo de recursos escasos y agotables, se debe considerar el medio ambiente con la misma óptica. La población mundial seguirá creciendo y en la misma dirección la demanda de recursos, lo que debe obligar a considerar un uso más equilibrado de los desechos contaminantes, lo cual debe ser articulado y materializado a través de mecanismos prácticos., no basta solamente con un pronunciamiento reflejado en un Protocolo, debe posibilitarse un cambio de actitud (dramático, es lo menos que puede ser) para lograr asegurar un mejoramiento en la calidad de vida.

La Economía Ambiental puede aportar en ese objetivo:

- ? Ayudando a entender las causas económicas de los problemas ambientales en una economía de mercado.
- ? Colaborando en la búsqueda y diseño de los instrumentos de política a ser utilizados para tratar los problemas de contaminación (incentivos de corto y largo plazo, implicancias económicas, costo-efectividad).
- ? Analizando las implicancias económicas de las iniciativas de política ambiental.

² Decisión 1/CP.3: Adopción del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

³ Field Barry C. Economía Ambiental: Una introducción, 1998 p. 3

En última instancia, podría afirmarse que no es posible evitar la contaminación, pero el desafío consiste en determinar cuales son los niveles aceptables u óptimos de las actividades que generan contaminación y los costos sociales y económicos de su mitigación.

1.2 ANÁLISIS DE IMPACTO

Se evaluará el concepto de “impacto” desde la perspectiva de la medición del efecto que puede generar la puesta en marcha o modelación de una propuesta sobre manejo del medio ambiente. El análisis girará alrededor de la medición del impacto ambiental y el impacto económico.

1.2.1 Análisis de Impacto Ambiental (AIA).

También conocido como Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)⁴, es un proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o decisión legislativa, la implantación de políticas y programas o la puesta en marcha de proyectos de desarrollo.

La EIA se introdujo por primera vez en Estados Unidos en 1969 como requisito de la National Environmental Policy Act (NEPA). Desde entonces, un creciente número de países han adoptado la EIA, aprobando leyes y creando organismos para garantizar su implantación.

Un aspecto importante a tener en cuenta es que permite evaluar el grado de precisión, así como el análisis de las variaciones, de pronósticos anteriores. Un AIA se puede llevar a cabo para cualquier acción social, pública o privada, industrial o doméstica, local o nacional.

⁴ Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

Cuadro 1. Total de las emisiones de dióxido de carbono – CO₂

Partes (países) del anexo I correspondiente a 1990, a los efectos del artículo 25 del Protocolo de Kyoto

Parte	Emisiones(Gg)	Porcentaje
Alemania	1.012.443	7,4
Australia	288.965	2,1
Austria	59.200	0,4
Bélgica	113.405	0,8
Bulgaria	82.990	0,6
Canadá	457.441	3,3
Dinamarca	52.100	0,4
Eslovaquia	58.278	0,4
España	260.654	1,9
Estados Unidos de América	4.957.022	36,1
Estonia	37.797	0,3
Federación de Rusia	2.388.720	17,4
Finlandia	53.900	0,4
Francia	366.536	2,7
Grecia	82.100	0,6
Hungría	71.673	0,5
Irlanda	30.719	0,2
Islandia	2.172	0,0
Italia	428.941	3,1
Japón	1.173.360	8,5
Letonia	22.976	0,2
Liechtenstein	208	0,0
Luxemburgo	11.343	0,1
Mónaco	71	0,0
Noruega	35.533	0,3
Nueva Zelandia	25.530	0,2
Países Bajos	167.600	1,2
Polonia	414.930	3,0
Portugal	42.148	0,3
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	584.078	4,3
República Checa	169.514	1,2
Rumania	171.103	1,2
Suecia	61.256	0,4
Suiza	43.600	0,3
Total	13.728.306	100,0

Datos basados en la información recibida de las 34 Partes del anexo I que presentaron sus primeras comunicaciones nacionales el 11 de diciembre de 1997 o antes de esa fecha, recopilada por la secretaría en varios documentos (A/AC.237/81; FCCC/CP/1996/12/Add.2 y FCCC/SB/1997/6). Algunas de las comunicaciones comprendían datos sobre las emisiones de CO₂ por las fuentes y la absorción por los sumideros que tienen su origen en el cambio del uso de la tierra y la silvicultura, pero esos datos no se incluyen porque la información se presentó de diferentes maneras.

El resultado de un AIA es un Informe de Impacto Ambiental (IIA)⁵, el cual proporciona información sobre los siguientes temas:

- ? Una descripción del impacto ambiental de la acción propuesta.
- ? Cualquier efecto ambiental adverso que no se pueda evitar si se implementase la propuesta.
- ? Alternativas a la acción propuesta.
- ? La relación entre usos de corto plazo del ambiente del hombre y el mantenimiento y mejoramiento de la productividad a largo plazo.
- ? Cualquier compromiso irreversible e irrecuperable de los recursos posiblemente involucrados en la acción propuesta si esta se implementara.

Se tomará como punto de referencia el análisis de emisiones de CO₂:



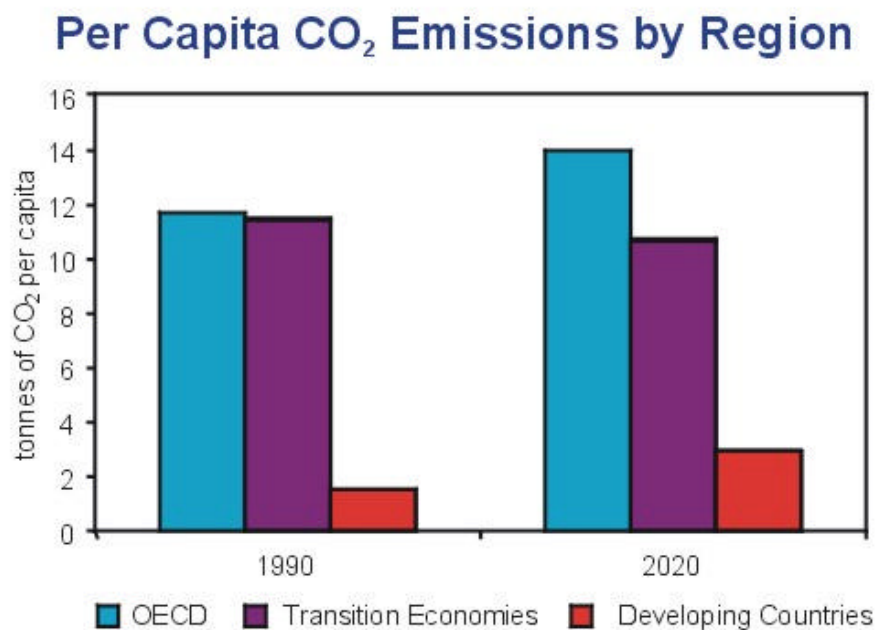
Uno de los impactos que el uso de combustibles fósiles ha producido sobre el medio ambiente terrestre ha sido el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. La cantidad de CO₂ atmosférico había permanecido estable, aparentemente durante siglos, pero desde 1750 se ha incrementado en un 30% aproximadamente. Lo significativo de este cambio es que puede provocar un aumento de la temperatura de la Tierra a través del proceso conocido como efecto invernadero. El dióxido de carbono atmosférico tiende a impedir que la radiación de onda

⁵ Field Barry C. Economía Ambiental: Una introducción, Mc Graw HILL, 1998 Pág. 126

larga escape al espacio exterior; dado que se produce más calor y puede escapar menos, la temperatura global de la Tierra aumenta.

Un calentamiento global significativo de la atmósfera tendría graves efectos sobre el medio ambiente. Aceleraría la fusión de los casquetes polares, haría subir el nivel de los mares, cambiaría el clima regional y globalmente, alteraría la vegetación natural y afectaría a las cosechas. Estos cambios, a su vez, tendrían un enorme impacto sobre la civilización humana. En el siglo XX la temperatura media del planeta aumentó 0,6 °C y los científicos prevén que la temperatura media de la Tierra subirá entre 1,4 y 5,8 °C entre 1990 y 2100⁶.

Gráfico 1. Internacional Energy Agency, World Energy Wootlook 2000



En las décadas de los '60 y '70, las compañías se negaban a reconocer el impacto que provocaban en el medio ambiente. Más adelante, una serie de problemas ecológicos muy visibles allanó el camino hacia el apoyo a estrictas regulaciones gubernamentales. En los Estados Unidos, el Erie se convirtió en un lago muerto. En Europa, el Rin se incendió. En Japón, la gente moría envenenada por mercurio.

Hoy, muchas empresas aceptan la responsabilidad de no producir daños ambientales. Los productos y procesos de fabricación son más seguros, y en aquellos lugares donde ese cambio está en marcha, el medio ambiente sufre menos. En las naciones industrializadas, cada vez más empresas adoptan una "óptica ecológica" cuando comprenden que reducir la contaminación también puede ayudarlas a mejorar sus ganancias⁷.

⁶ <http://www.worldenergyoutlook.org/> Informe 2002

⁷ Hart, Stuart L., "Beyond Greening: Strategies for a Sustainable World", Harvard Business Review, enero-febrero 1997

1.2.2 Análisis del Impacto Económico.

Cuando el interés se concentra en cómo una acción determinada (una nueva ley, una nueva invención tecnológica, una nueva fuente de importaciones) afectará un sistema económico, en su totalidad o en términos de sus diversas partes, se puede hablar de análisis de impacto económico⁸.

No todos son desafíos. La protección del medio ambiente también generará importantes oportunidades de negocios.

Muchas empresas de los países industrializados han reconocido, por fin, que pueden reducir la contaminación y, al mismo tiempo, incrementar sus ganancias. De todos modos, aún enfrentan el desafío —y la oportunidad— de desarrollar una economía global sustentable.

El logro de la sustentabilidad significará miles de millones de dólares en productos, servicios y tecnologías que hoy, prácticamente, no existen. Del mismo modo que las empresas del pasado parecían ignorar el impacto negativo que ejercían sobre el medio ambiente, y las empresas responsables de hoy se esfuerzan por conseguir el "impacto cero", las compañías del mañana deberán aprender a generar un impacto positivo. Con el transcurso del tiempo, las empresas comenzarán a vender soluciones para los problemas ambientales del mundo.

1.3 ANÁLISIS DE IMPACTO EN COLOMBIA

Al iniciarse la década de los noventa comienza a reconocerse a nivel mundial la amenaza que representa para la estabilidad social, económica y política de los pueblos, el grave deterioro de los recursos naturales, la deforestación, y en general aquellos aspectos relacionados con la contaminación ambiental, lo que ha llevado a que países como Colombia empiecen a ajustar sus modelos de desarrollo hacia la sostenibilidad considerado la variable ambiental como un componente fundamental para el desarrollo económico.

El Plan Energético Nacional - **PEN** (1997 - 2010)⁹ establece, que para contribuir al Desarrollo Humano Sostenible, es fundamental “la debida consideración de las interacciones energía - medio ambiente - economía - sociedad, así como la determinación de impactos ambientales a lo largo de la cadena energética, con el propósito de determinar acciones y correctivos, orientados a compensar los efectos desfavorables del desarrollo energético y potenciar los efectos positivos”. Se considera que la *conservación y el mejoramiento de la calidad ambiental*, en todas las instancias decisorias, procesos productivos e inversiones futuras del sector, es uno de los objetivos básicos de la estrategia integral adoptada por el país.

El Planeamiento de la gestión ambiental, se constituye en el instrumento principal para orientar la incorporación de la dimensión ambiental en la gestión sectorial y empresarial del desarrollo energético del país. La gestión ambiental debe estar orientada a crear condiciones propicias para el desarrollo del sector en el marco de las políticas y orientaciones definidas en el plan de expansión y que responden a la consolidación de la participación de la inversión privada en los desarrollos y en la conformación del mercado energético para satisfacer las condiciones técnicas, ambientales y económicas que garanticen la adecuada prestación del servicio.

⁸ Field Barry C. Economía Ambiental: Una introducción, 1998 Pág. 127

⁹ Unidad de Planeación Minero Energética – **UPME**, Ministerio de Minas y Energía de Colombia

Ante la redefinición del rol del estado frente a la prestación de servicios, en el sentido que éste ya no debe ser ejecutor sino facilitador de las condiciones propicias en los diferentes campos del desarrollo, se deben promover una estrategia de acciones de coyuntura para superar las dificultades en la consolidación del sector eléctrico en condiciones de sostenibilidad ambiental, económica y social.

Entre las acciones previstas se viene avanzando en¹⁰:

- ? Una propuesta de lineamientos de política ambiental para el sector energético, con énfasis en el sector eléctrico. Evaluación ambiental estratégica.
- ? Establecimiento de condicionantes ambientales para el desarrollo minero- energético.
- ? Construcción y aplicación de un sistema de indicadores de costos de gestión ambiental para el desarrollo sostenible del sector eléctrico.
- ? Lineamientos de política de participación para la gestión ambiental del sector energético.

Estas herramientas de análisis y evaluación permitirán mejorar el desempeño ambiental del sector, y lo más importante garantizar la elaboración de políticas y planes que contribuyan a consolidar el desarrollo del sector en condiciones de sostenibilidad ambiental, económica y social. Esta búsqueda dará señales claras a los agentes económicos y sociales para que realicen inversiones sostenibles en el largo plazo.

1.3.1 Análisis del Impacto Ambiental¹¹.

La institucionalidad ambiental en Colombia se remonta a los años 1950, época en la cual se crearon corporaciones de desarrollo regional que desde el principio incluyeron dentro de sus funciones algunas tareas relacionadas con el manejo de los recursos naturales no renovables. A principios de los años 1970, en armonía con el debate que a nivel internacional se venía dando, se fortalece la institucionalidad ambiental mediante la creación de un instituto especializado adscrito al Ministerio de Agricultura –el Instituto de Recursos Naturales (INDERENA) y con la creación de nuevas corporaciones–.

Si bien esas medidas eran significativas en comparación con lo que sucedía en otros países latinoamericanos, durante las dos décadas del período 1970 a 1990 fue creciendo el debate nacional sobre la necesidad de afianzar la institucionalidad ambiental. Desde mediados de los años 1980, al interior de entidades del orden nacional se avanzó en la discusión sobre cuál estatus institucional era más deseable, en la perspectiva de ganar el debido protagonismo a la política ambiental. La discusión se dio en forma paralela al debate internacional y las medidas de política relacionadas con la intensificación de procesos de descentralización y, aún más, con la reforma constitucional.

En la Constitución Política de 1991, el componente ambiental surge como un derecho colectivo¹² y como tal obtiene una protección especial tanto por parte del Estado (como protector de la integridad del medio ambiente) y como por los particulares (como usuarios del medio ambiente y con el derecho a gozar de un medio ambiente sano). Posteriormente, con el desarrollo de la Ley 99 de 1993 mediante la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y se reordena el sector

¹⁰ Fuente: COLOMBIA, Ministerio del Medio Ambiente, UPME, Plan Energético Nacional (PEN)

¹¹ Fuente: IDEAM: El Medio Ambiente en Colombia, Junio 2001 Cap. 2

<http://www.ideam.gov.co/publica/index4.htm>

¹² Se entiende por este, los derechos que deben ser protegidos por el Estado para un conjunto o colectividad de personas.

público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, generando un nuevo esquema institucional frente al tema.

En el esquema institucional anterior la autoridad ambiental estaba en cabeza del INDERENA, instituto encargado de la administración de los recursos naturales renovables a nivel nacional (salvo en aquellas zonas en que existían CAR's), el cual se encontraba adscrito al Ministerio de Agricultura (quien a su vez era usuario de los recursos naturales en la parte agrícola y forestal). Existían 16 Corporaciones Autónomas Regionales quienes además de funciones ambientales ejercían actividades de desarrollo económico y social.

En su momento este esquema tuvo grandes críticas debido a la ausencia de una política ambiental coherente, unificada y armónica que no reflejaba resultados positivos esperados sobre la conservación y protección de los recursos. De otro lado, existían muchas autoridades a nivel local, regional y nacional, que trataban el tema ambiental lo cual generó en la práctica una atomización de recursos y esfuerzos, y trajo como consecuencia una duplicidad de funciones y contradicción en cuanto al manejo del tema que en muy pocas ocasiones mostraron resultados favorables al medio ambiente.

La Ley 99 da a Colombia un nuevo marco legal que retoma y fortalece los instrumentos de gestión ambiental con el fin de controlar las fallas del sistema económico relacionadas con el medio ambiente. El objetivo es lograr un crecimiento con calidad ambiental impulsado por una mayor eficiencia en el uso de insumos y tecnologías que permitan una tasa menor de extracción de recursos naturales y de producción de desechos.

Esta ley crea el Sistema Nacional Ambiental (SINA) el cual cuenta con el Ministerio como ente rector de la política ambiental, 33 corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible (abarcando todo el territorio nacional y quienes son las administradoras de los recursos), 4 autoridades ambientales en los grandes centros urbanos¹³, cinco (5) Institutos de Investigación¹⁴ como soporte técnico y científico de las autoridades ambientales; una Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, los departamentos, municipios y distritos.

En cuanto al marco regulatorio, Colombia cuenta con el Código de Recursos Naturales Renovables (Decreto 2811 de 1974) en donde se fijan los principios y reglas para el uso y aprovechamiento de los recursos, siendo uno de los primeros códigos en esta materia en América Latina y ejemplo para muchos otros países. Respecto a tasas, este fue el primer código a nivel mundial que contempló esquemas de tasas para la gestión ambiental. No obstante, la tasa retributiva contenida en él fue definida en su reglamentación como un instrumento financiero sólo para los usuarios ambientales que se dedicaban a la realización de actividades lucrativas, dejando por fuera grandes contaminadores y usuarios como los entes territoriales.

Respecto al vertimiento, el gobierno nacional integrado por el Presidente de la República y el Ministro de Salud expedieron en 1984 el Decreto 1594 mediante el cual se reglamenta parcialmente lo relacionado con los usos del agua y los residuos líquidos. Esta norma contempla cientos de contaminantes que después de 15 años de expedición no ha logrado disminuir significativamente la

¹³ Se crean Departamentos Administrativos del Medio Ambiente en las ciudades con más de un millón de habitantes. Los cuales son DAMA (Santa Fe de Bogotá, D.C.), DAGMA (Santiago de Cali – Valle del Cauca), Area Metropolitana del Valle de Aburrá (Medellín – Antioquía) y DADIMA (Distrito de Barranquilla – Atlántico).

¹⁴ Estos Institutos son: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt", Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI", Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis", INVEMAR, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "John Von Neumann".

contaminación vertida, aunque muchos grandes industriales han realizado inversiones significativas para alcanzar el cumplimiento de dicha norma.

Por las razones anotadas anteriormente, se consideró pertinente modificar el esquema de tasas mediante la Ley 99 en la cual están sujetos al pago de la tasa **todos** los usuarios de los recursos naturales renovables independientemente de ejerzan actividades lucrativas o no. Igualmente, en desarrollo del Artículo 338 de la CP/91 se estableció un nuevo sistema y método de cálculo de las tarifas de las tasas ambientales destacándose el hecho que al MMA le corresponde fijar una tarifa mínima nacional mientras que las CAR's, con base en aquella, pueden ajustarlas regionalmente siguiendo el procedimiento y las reglas previstas en las normas reglamentarias expedidas por el gobierno nacional.

Cada una de las regiones ha documentado daños importantes como consecuencia de la contaminación vertida y más aún por el crecimiento sostenido de la misma.

Emisiones Atmosféricas 1997 - 2010

En las gráficas 2 a 5 se presentan las proyecciones de emisiones atmosféricas de CO₂, CO, CH₄, N₂O y NO_x resultantes en las diferentes alternativas del Plan de Expansión¹⁵.

Gráfico 2. Emisiones de CO₂ (MM Tn)

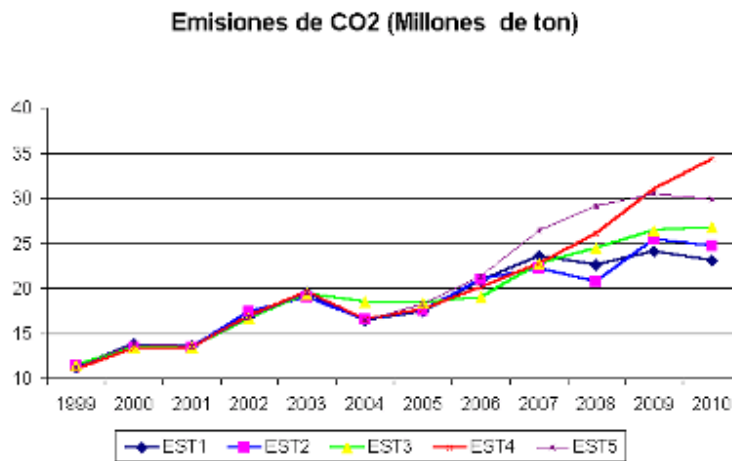
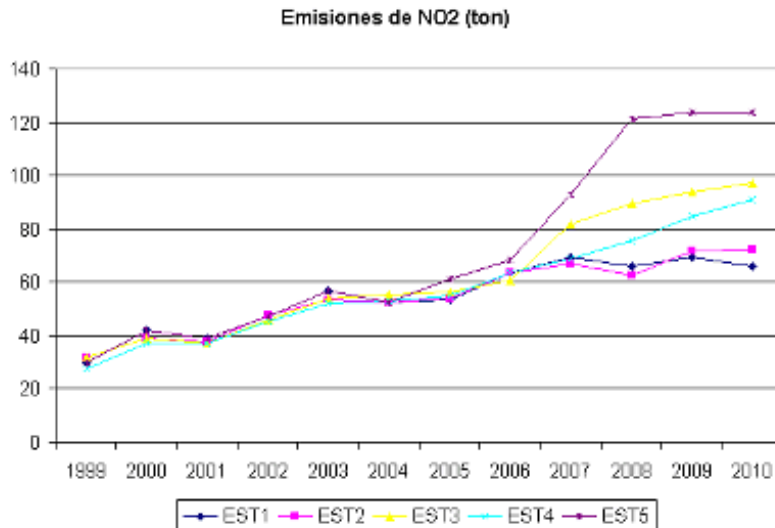


Gráfico 3. Emisiones de NO₂ (Tn)



¹⁵ Cálculos y proyecciones hechos por la UPME

Gráfico 4. Emisiones de NO_x (Tn)

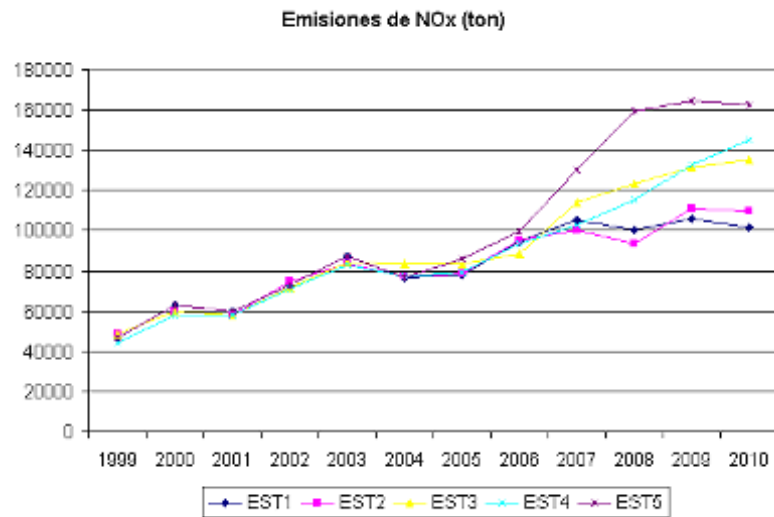
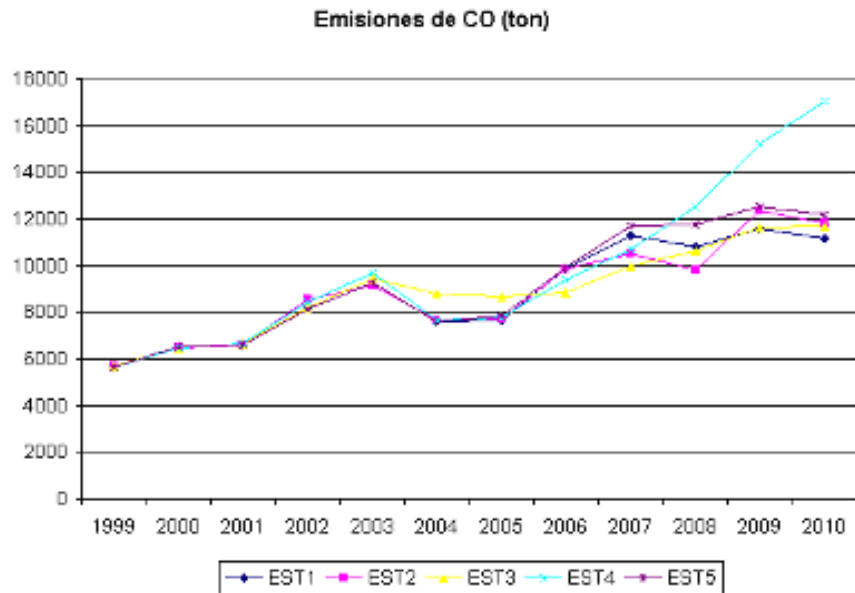


Gráfico 5. Emisiones de CO (Tn)



“Como era de esperarse, las emisiones se comportan siguiendo la expansión térmica del sistema eléctrico, aumentando cada vez que la participación de la generación térmica es mayor para satisfacer la demanda”¹⁶.

Con referencia a los crecimientos estimados en las emisiones del CO₂ (las demás emisiones siguen aproximadamente los mismos comportamientos), las tasas de crecimiento para el período 1999-2005 son crecientes de manera moderada (entre 4.7% y 6.3%). A partir del 2005 se presentarían incrementos considerables (por encima del 7% anual y con tasas que superan el 10% anual por su mayor componente térmica a carbón), que conjugaran crecimientos anuales entre el 6.2% y el 10% durante el período de estudio (1999-2010).

El acelerado crecimiento durante la segunda mitad de la próxima década podría ser aprovechado por parte del país, para impulsar adquisición de tecnologías de punta mediante la utilización del MDL, pues se espera que para aquel entonces el protocolo de Kyoto esté en pleno rigor y los países desarrollados estarán interesados en mitigar emisiones mediante inversiones en el cono sur.

1.3.2 Análisis del Impacto Económico.

En Colombia la información sobre el gasto ambiental se presenta de acuerdo con tres tipos de clasificaciones: las de los planes de desarrollo, que varían de gobierno a gobierno; las de estudios especializados contratados por los organismos de planificación y de diseño de las políticas ambientales (el Ministerio del Medio Ambiente y el Departamento Nacional de Planeación); y la del Sistema de Cuentas Económico Ambientales Integradas para Colombia (COLSCEA), esfuerzo interinstitucional que se inició a principios de los años 1990. Estas clasificaciones tienen diversas categorías en común, pero igualmente tienen diferencias significativas que en ocasiones terminan por causar diferencias en las cifras consolidadas para el conjunto de las entidades ambientales, especializadas y no especializadas, y también para el sector privado.

La estimación del conjunto de la participación de los diferentes sectores sociales en la financiación del gasto ambiental se ha dado mediante aproximaciones preliminares. Existe información confiable sobre el gasto de las entidades especializadas, aproximaciones con algún rigor al gasto de las entidades oficiales diferentes a las especializadas y a la cooperación técnica internacional, estimaciones preliminares al gasto del sector privado, con énfasis exclusivo en el sector empresarial, y un desconocimiento del gasto en que incurren los particulares.

En los ejercicios generales realizados por el Ministerio del Medio Ambiente y el Departamento Nacional de Planeación no se incluye el gasto relacionado con saneamiento básico dentro del gasto catalogado como ambiental. Este es un gasto que se ubica en las clasificaciones presupuestarias del sector de infraestructura básica coordinado por el Ministerio de Desarrollo, dentro de los presupuestos de acueductos y alcantarillados.

En Colombia los costos por la contaminación son generalizados y crecientes y en muchos casos excesivamente altos, afectando el bienestar de la población y representando una carga excesiva para el desarrollo del país. El modelo de la Tasa Retributiva¹⁷ (*El que Contamina Paga*) parte de una identificación y documentación de los daños por parte de los miembros de la sociedad afectada por la contaminación y las entidades interesadas en un ambiente más sano.

¹⁶ Fuente: COLOMBIA, Ministerio del Medio Ambiente, UPME, Plan Energético Nacional (PEN)

¹⁷ Tomado del documento, “*El que contamina paga: Agua Limpia para Colombia al menor costo. Implementación de las tasas retributivas por contaminación hídrica*”, Ministerio de Medio Ambiente. Oficina Asesora de Análisis Económico, Pág. 10-11, junio de 1998.

2 EL ALCOHOL CARBURANTE COMO ALTERNATIVA ANTE LA CONTAMINACION AMBIENTAL

2.1 DESCRIPCION

Ante el agotamiento ineludible del petróleo y el aumento incesante en los niveles de contaminación, es necesario examinar alternativas que permitan enfrentar de manera conjunta tales problemas; una de ellas es la producción de una mezcla combustible especial: la gasolina etilada.

El estudio del alcohol como sustituto de la gasolina no es un descubrimiento de fin de siglo. En ciertas épocas en que todavía se desconocían las mejoras que había de experimentar posteriormente la gasolina, se creyó que podría ser útil sustituirla por otros combustibles. Por tal motivo, se estudiaron extensamente las posibilidades de empleo de distintos carburantes sustitutivos para el motor de combustión interna, en particular el alcohol. Como información técnica se describe cómo se comporta esta mezcla en un motor de explosión o combustión interna.

En un motor de explosión, el trabajo obtenido en cada ciclo es debido a la combustión de la masa gaseosa absorbida durante el período de aspiración, la cual está constituida por una mezcla de aire y de un combustible líquido más o menos pulverizado. Este espacio no nos permite explicarlo con profundidad pero, un análisis sencillo nos indica que cualquiera que sea el combustible empleado (gasolina o alcohol), la potencia del motor sigue siendo sensiblemente la misma; la única diferencia es que para cada combustible precisa regular el carburador de manera distinta, ya que el alcohol necesitaría mezclarse con una cantidad menor de aire - casi la mitad con respecto a la gasolina - para que la combustión sea lo más completa posible. La potencia de un motor es, pues, prácticamente independiente del combustible empleado. Veamos ahora cómo varía el consumo:

Es claro que, mientras más calorías desprenda un combustible al arder, menos cantidad del mismo se necesitará para obtener una potencia determinada. La cantidad de alcohol capaz de desprender el mismo número de calorías en una cantidad determinada de gasolina es 70% mayor en su volumen, ya que el poder calorífico del alcohol es casi la mitad con respecto que el que tiene la gasolina. Dicho de otra forma, 1 litro de gasolina, equivaldría a 1.7 litros de alcohol para generar la misma potencia.

El rendimiento de un motor depende principalmente del grado de compresión y debe procurarse que éste sea lo más elevado posible. Sin embargo, su valor máximo depende del combustible empleado. Con gasolina es difícil conseguir que el motor funcione bien si el grado de compresión excede de 8.5, y con alcohol, de 12. Según la Termodinámica, el rendimiento "teórico" de los motores citados serían de 0.44 para el de gasolina y 0.50 para el de alcohol. Con estos motores teóricos no se podría emplear indistintamente cualquier combustible. El motor a gasolina podría funcionar con ésta o con alcohol, pero el de alcohol, sólo funcionaría con dicho combustible.

El alcohol posee dos propiedades particularmente importantes, que justifican su empleo y que explican por qué, en los países en que se comercia, muchos conductores prefieren la gasolina etilada a la gasolina pura. Estas son: su poder antidetonante y su facultad desincrustante.

En todo motor de compresión algo elevada y con tendencia al golpeteo funcionando con gasolina pura, se comprueba que dicha tendencia desaparece (o por lo menos se atenúa considerablemente) cuando se emplea gasolina etilada. En un motor cualquiera se mejora la marcha, y se consigue una buena conservación de las piezas tendientes a deformarse, en cuanto

se pasa al empleo de gasolina etilada. Las mezclas de gasolina y alcohol son, pues, muy favorables para todos los motores que trabajan algo forzados, es decir, para la mayoría de motores modernos.

Por otra parte, la incrustación que normalmente se produce en los motores, donde se adhiere al fondo de los émbolos y a las paredes de la cámara de combustión, debe ser eliminada efectuando operaciones periódicas y más o menos engorrosas (desmontaje de las culatas, rascado, etc.). Utilizando gasolina etilada se comprueba, no solamente la ausencia de incrustaciones duras, sino también que la incrustación formada anteriormente desaparece poco a poco. El motor se limpia, pues, por sí mismo. Únicamente, dada la acción desecante del alcohol sobre las paredes del cilindro, se recomendaría emplear regularmente un superlubricante.

Al utilizar gasolina etilada como combustible, las emisiones contaminantes por automóvil se reducen en un 30%, esta reducción de contaminantes se lograría con sólo mezclar 10% de etanol con 90% de gasolina, sin que el vehículo tenga que ser modificado y sin importar el modelo. El etanol no demanda oxígeno a los carburadores, sino por el contrario, lo genera y limpia al mismo tiempo algunos componentes que se conocen como "aromatizantes", que son los más nocivos para el medio ambiente.

2.2 ANTECEDENTES DE USO DEL ALCOHOL CARBURANTE

Argentina¹⁸.

En 1922 una publicación de la Estación Experimental Agro-Industrial Obispo Colombes (EEAOC), situada en Las Talilas y dependiente del Gobierno de la Provincia de Tucumán, informaba sobre la posibilidad del uso de alcohol como combustible, especialmente para motores de combustión interna, ya sea solo o en mezclas con éter, bencina o gasolina.

En mayo de 1928 se llevó a cabo la primera experiencia relacionada con este tema. En esa oportunidad se utilizó una mezcla carburante, llamada Combustible Giacosa por ser su inventor Luis Giacosa (quien patentó su invento el 3 de octubre de 1927 con el No 27861). Dicha mezcla demandaba el 15% de petróleo crudo, el 5% de metileno y el 80% restante de alcohol, no pudiendo mezclarse con agua.

En el Departamento de Investigaciones y Desarrollo de YPF se realizaron ensayos sobre este tema desde 1940, los que fueron oportunamente informados al Ministerio de Agricultura de la Nación.

En 1951, se retomaron estos trabajos a solicitud de la Gobernación de Tucumán y más recientemente en 1974 se cursó información actualizada a la Comisión del Senado, a representantes del Consejo Federal de Investigaciones y a la Comisión Carburante Gasolina-Alcohol de la Secretaría de Estado de Energía.

Todos estos intentos realizados en casi 50 años no alcanzan continuidad sino a partir de 1979 cuando se inició en la EEAOC, bajo la dirección del Doctor Ingeniero José Luis Busto, el programa de ensayos denominado Programa Alcogasolina y que tenía por objeto promover la utilización del alcohol etílico como combustible, estudiando la factibilidad de utilización de la alcogasolina. Varias fábricas de la Industria Automotriz pusieron a disposición, sin cargo, pares de vehículos idénticos,

¹⁸ *Monografía: Alconafta ¿Un Combustible Alternativo?* Por Silvio Trumper y Esteban Cabanillas
strumper@arnet.com.ar

de modo que los experimentadores pudiesen hacer funcionar en cada caso una unidad con gasolina pura y la otra con alcogasolina, para desarmar los motores a ciertos intervalos y comparar los desgastes registrados como consecuencia del uso de un combustible u otro.

Tucumán comienza el consumo masivo de alcogasolina común, una mezcla con 12% de alcohol etílico y el resto gasolina común, lo que da por resultado un combustible de 83 octanos capaz de reemplazar totalmente el consumo de gasolina común a partir del 15 de marzo de 1981. En el período que se extiende hasta el 1º de mayo de 1983, la experiencia que se acumula en los distintos eslabones de las cadenas de distribución de combustibles permite el lanzamiento de la alcogasolina súper sin mayores problemas.

En diciembre del año 1984 se agregan las provincias de Catamarca y La Rioja, y en marzo de 1985 la provincia de Santiago del Estero quedando de esta forma toda la región NOA integrada al consumo obligatorio de alcogasolina súper y común.

El objetivo de esta segunda fase era aprovechar totalmente la capacidad de destilación, con posibilidad de eliminar parte de la exportación de azúcar, si los precios internacionales eran desfavorables. Además, se preveía la posibilidad de la molienda directa de caña de azúcar en el norte para la obtención del alcohol destinado a la mezcla.

El 30 de octubre de 1985 se integran al plan las provincias de Santa Fe y Entre Ríos. Desde esta fecha hasta principios de 1987 siguieron incorporándose las provincias de las regiones Litoral y NEA, quedando en total 12 provincias integradas al plan. El objetivo de esta tercera etapa era aprovechar totalmente la capacidad de molienda, eliminando toda la exportación de azúcar o incorporando otras materias primas aptas para producir alcohol con aceptable relación energética. Se preveía la posibilidad de incrementar la capacidad de destilación y deshidratación.

En el año 1987 las 12 provincias integradas al plan consumían aproximadamente 250 millones de litros de alcohol anhidro por año, y se estimaba que la industria y el cañaveral existentes poseían capacidad para producir 450 millones de litros de alcohol.

También, es importante señalar que la alcogasolina era económica en la medida en que el Estado renunciaba al impuesto a los combustibles sobre el 15% de alcohol contenido en la mezcla, es decir, la alcogasolina estaba subsidiada.

Durante los años siguientes, las zafras no fueron buenas, no alcanzándose a cubrir el consumo necesario de alcohol. Por otra parte, el precio internacional del azúcar recuperó su rentabilidad, lo que sumado a las presiones que ejercían las empresas petroleras sobre el Estado, hicieron que el plan alcogasolina fuera dejado de lado poco a poco, hasta desaparecer por completo.

Cabe resaltar que estaba prevista una cuarta etapa del plan en la que se estimaban necesarios 410 millones de litros por año de alcohol etílico. Para ello eran necesarias inversiones para posibilitar el aumento en la capacidad de molienda, destilación, deshidratación y producción de materia prima. Esta etapa nunca se llevó a cabo.

Estados Unidos.

En el año 1975, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos recibió muchas preguntas y sugerencias acerca de la idea de utilizar alcoholes como combustible para motores. A tal efecto se realizaron estudios que arrojaron los siguientes datos:

Disponibilidad de alcohol:

Se realizó una considerable investigación sobre décadas pasadas, para analizar la factibilidad de emplear alcoholes como combustible en motores de vehículos. Estas investigaciones enfocan el uso de metil y etil alcoholes, siendo considerados éstos como mezclados con las gasolinas y también como combustibles puros:

- a. **Etanol:** Se lo produce primariamente del etileno, derivado del petróleo, de diversos granos o de la melaza. Obviamente el empleo de petróleo para la producción de etanol no aliviaría la escasez del mismo. La producción de etanol partiendo de granos sería factible solamente si se encuentran disponibles sobrantes de los mismos en cantidades importantes, pero esto no es así en la realidad. La producción total de granos de Estados Unidos de Norteamérica podría brindar etanol en una cantidad cercana al 30% del consumo actual de gasolina. Se producirían aproximadamente 50 galones de etanol por acre anual. Sin embargo, en Norteamérica no existe disponibilidad de terreno para cultivar con el propósito de elaborar etanol destinado a combustible en gran escala. Con tal perspectiva, no podría contarse con significativas cantidades de etanol ni en corto ni en largo plazo.
- b. **Metanol:** Puede obtenerse partiendo del gas natural y también del carbón, de la madera o de residuos orgánicos. No obstante en Estados Unidos la oferta de gas natural no está disponible para esos fines. En cambio en aquellas regiones donde el gas natural se quema y es desperdiciado, tal es el caso de Oriente Medio, la producción de metanol resultaría factible. Los residuos de madera son técnicamente una fuente factible de producción de metanol, pero a veces no llegan a cubrir los requerimientos nacionales del mismo. Debería aprovecharse por lo tanto en aquellos lugares donde abundan los recursos madereros. Similarmente, el metanol que se elaboró de los desperdicios orgánicos municipales podría limitarse a áreas muy localizadas. El carbón es la fuente más factible y abundante para obtener metanol, su tecnología es conocida, pero aún requiere desarrollarse.

La conclusión de estos estudios fue la siguiente:

- ? El alcohol etílico no es un combustible viable para automóviles por su limitada disponibilidad.
- ? El alcohol metílico tiene algunas posibilidades de uso en automóviles, pero presenta problemas económicos y técnicos asociados con su producción, distribución y empleo, sea puro o en mezclas con gasolina, lo cual hace improbable que se recurra al mismo en el transcurso de esta década. En el futuro, las mezclas de metanol y gasolinas pueden convertirse en muy prácticas para movilizar automóviles en general, pero la información actual indica que este combustible puro o en mezclas resultaría de uso limitado, reservándolo especialmente para vehículos veloces, por ejemplo, de competición.

Hoy, se utiliza una mezcla de etanol con gasolina en reemplazo del tetraetilo de plomo, utilizado para mejorar el número de octanos, que por ser altamente perjudicial para la salud fue drásticamente limitado a partir de 1986. Esto tuvo un muy importante significado para la salud pública, por cuanto la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (USEPA) pudo establecer que los efectos tóxicos del plomo están ampliamente demostrados y que la gasolina fue la mayor fuente de contaminación (90% del total de la emisión de plomo en el aire).

A partir del año 1995, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) exige que el 2% en peso de la gasolina sea oxigenada. Adicionalmente requiere que el 30% de estos aditivos provengan de fuentes renovables para que el ciclo biológico necesario produzca inhibición de CO

(Monóxido de Carbono) y liberación de Oxígeno. Se utilizan diversos oxigenantes como el Etanol, ETBE (Éter Etilico Tributílico) y el MTEB (Metil Etilico Tributílico), aunque este último tiene una serie de implicaciones ambientales negativas, es miscible con el agua y le aporta olor y sabor, además es persistente en el medio ambiente. En California, Estados Unidos, fue eliminado debido a que, se tienen mas de 10.000 registros por contaminación con MTBE en fuentes hídricas, afectando a más de 200.000 personas, lo que genera un aumento al precio del agua en un 25% mas al valor inicial, por la inversión de 1.480 millones de dólares adicionales en descontaminación. Recientemente, personal de la Environmental Protection Agency (EPA), admitió que fue un error considerarlo como una alternativa de oxigenante para la gasolina.

Brasil.

Para equilibrar el consumo de petróleo con la producción del mismo se realizaron intensos estudios desde finales de la década del 60 hasta inicios de la década del 70, basándose en estudios realizados en Tucumán en el año 1927, con la finalidad de identificar una alternativa económicamente viable del petróleo como fuente de combustible. El etanol fue la alternativa escogida. En el año 1975 como respuesta a los fuertes aumentos del precio del petróleo se inició el programa ProAlcohol, con el objetivo de utilizar el etanol como combustible sustituto de la gasolina y aumentar su producción para uso industrial.

El Plan Nacional del Alcohol, como se informa por notas de Brasilia 1661/75 y 165/76, propone reducir el consumo nacional de gasolina, a través de la mezcla de este combustible con alcohol anhidro, extraído de la caña de azúcar o de la mandioca, en una proporción de 20 partes de alcohol por cada 80 de gasolina. Brasil sigue así el ejemplo de países como Estados Unidos, Canadá, Japón y varios de Europa Occidental, que hace 5 años adicionan alcohol a las gasolinas en una proporción del 45%, como Austria, donde el combustible automotor contiene un 25% de alcohol de papa, como Suráfrica, donde el alcohol y las gasolinas se mezclan por mitades, Paraguay también lanzo su propio programa para el alcohol.

Para 1980 Brasil espera disponer de 3.000 millones de litros de alcohol carburante, lo que, según el Secretario General del Ministerio de Industria y Comercio, Pulo Belotti, eximiría al país de gastar ese año 500 millones de dólares en importaciones de hidrocarburos. El Plan Nacional del Alcohol se integra así en la estrategia gubernamental tendiente a reducir las compras de petróleo foráneo, compras que desde 1974 significan para Brasil una copiosa sangría financiera. Para disminuir esta sangría, el gobierno brasileño esta haciendo esfuerzos dirigidos a sacar provecho del petróleo nacional y de otras fuentes de energía. Ahora bien, estos esfuerzos no van a traer soluciones inmediatas.

Durante el año 1976 se produjeron 550 millones de litros de alcohol y en 1982 se alcanzaron los 5.200 millones, procesando 77 millones de toneladas de materia prima en 1,5 millones de hectáreas.

En el año 1987 se utilizaban más de 8.000 millones de litros de alcohol hidratado 96° en aproximadamente 3 millones de vehículos (24% del parque automotor total), mientras que el resto de los vehículos se propulsaba con mezclas de hasta 20% de alcohol anhidro (2.400 millones de litros de alcohol 100°). También existían 22.800 estaciones de servicio que expendían alcohol y alcogasolina. El programa significó la creación de 250.000 empleos directos y unos 2 millones de indirectos, el incremento en las remuneraciones del sector y la instauración de importantes beneficios sociales para los trabajadores agrícolas y sus familias, en tan solo 10 años.

Una de las consecuencias de la utilización de etanol como combustible fue la reducción del nivel de monóxido de carbono liberado por los vehículos. Este hecho demuestra como el programa está contribuyendo con los esfuerzos de Brasil para garantizar la protección ambiental.

Hoy, Brasil tiene la tecnología y el equipamiento capaz de mantener una producción anual de 16.000 millones de litros y exporta tecnología, equipamientos y servicios.

Actualmente, al no existir más las razones que originaran el programa ProAlcohol en la década del 70 y al haberse cumplido los objetivos de éste, el programa continúa con nuevos propósitos:

- ? Utilizar la tecnología brasileña desarrollada
- ? Producir nuevos puestos de trabajo
- ? Mantener el compromiso de protección ambiental.

Otros países.

Suráfrica posee una planta de destilación a partir de la caña de azúcar con capacidad productiva de 653.000 litros por día. El 30% de las gasolinas son mezclas con alcohol en proporciones iguales.

En Francia se invirtieron 500 millones de francos entre los años 1983 y 1986 para realizar investigaciones relacionadas con este tema. Recientemente, se comenzó a producir Etanol para el ETBE y a construir fábricas para su producción (existen dos instalaciones: Dunquerque y Gonfreville). La legislación francesa ya definió que, a partir del año 2000, todos los combustibles consumidos en el país deberán tener una participación mínima de 5% de combustibles renovables. En el mismo sentido, la Comisión de Energía de la Unión Europea, ha definido que el mismo estándar de uso de combustibles renovables adoptado por Francia, deberá ser extendido a todos los países miembros, en carácter voluntario y opcional hasta el año 2000 y obligatorio a partir del año 2005.

En Australia y Nueva Zelanda se realizaron estudios para analizar la factibilidad de la implementación de proyectos de alcogasolina.

En Bolivia en el año 1983 más del 50% de los automotores utilizaban alcogasolina con 15% de alcohol anhidro en lugar del clásico hidrocarburo.

Colombia¹⁹.

Los oxigenantes como el alcohol carburante, se utilizan básicamente por dos factores: **El primero**, es la racionalización en el consumo de energía, máxime si proviene de fuentes no renovables. Colombia, un país exportador de petróleo desde comienzos de este siglo, pasó a ser importador en 1975. Para hacerle frente a este problema, se comenzó un programa intensivo de exploración de pozos, con el que se esperaba llegar a la autosuficiencia energética para 1990. Sin embargo, no solamente ha habido demoras en las metas trazadas sino también unos costos mayores que los calculados y un consumo creciente debido al incremento del parque automotor; por tanto, el país aún no ha podido llegar a ser autosuficiente.

¹⁹ Fuente: Colciencias http://www.colciencias.gov.co/agenda/proyectos_notables.html

Debido a lo anterior, se ha adoptado la política de explotar fuentes alternativas de energía, principalmente el carbón. En la costa Atlántica se está utilizando el gas natural como combustible. Por otra parte, se ha planteado un programa nacional de alcohol como una solución parcial a la crisis energética. Sin embargo, modelos de otros programas como los del Brasil y Estado Unidos no necesariamente son viables en Colombia, por cuanto los recursos, la infraestructura, las necesidades básicas y los niveles de precios son muy diferentes.

Básicamente, un programa de alcohol es un programa agrícola para resolver un problema energético; por tanto, debe contemplar su impacto en los demás programas. Es un sistema complejo, cuyas implicaciones a corto plazo tienen que ser proyectadas para cuando las condiciones sean distintas.

El segundo, es que permite la preservación del medio ambiente. Los oxigenantes, hacen más eficiente la conversión de energía térmica en energía mecánica, y por lo tanto, reduce el consumo de combustible.

Este producto puede ser obtenido de diferentes fuentes de biomasa, tales como la caña de azúcar, maíz, yuca, papa, etc.; aunque la posibilidad más concreta sería la producción de alcohol a partir de la caña de azúcar, debido a la infraestructura técnica y económica con que cuenta la agroindustria del Valle del Cauca.

Si en Colombia, se oxigenan las gasolinas (160.000 barriles / día) con el 10% de alcohol anhidro, se necesitarían 2 millones de litros de alcohol anhidro al día, esto requeriría 103.000 hectáreas de caña. En el caso del Valle del Cauca, donde se consumen entre 13.000 y 16.000 barriles de gasolina por día, se requerirían 250.000 litros de alcohol diarios para oxigenar la demanda de gasolina, lo que implica contar con 13.000 hectáreas de caña de azúcar para suplir la demanda de alcohol. Esta área es utilizada para producir 157.296 toneladas de azúcar de exportación, las cuales serían sustituidas si se implementara el proyecto piloto de producción de alcohol anhidro.

La existencia de la materia prima, las condiciones geográficas y agroclimáticas, la organización del sector, la ejecución y puesta en marcha de programas de investigación, la capacidad de inversión y de adquisición de compromisos a largo plazo, y el desarrollo del cluster en la región, convierten al sector azucarero ubicado en el Valle geográfico del río Cauca en un potencial inversionista, con la capacidad de calificar a ser el proyecto piloto para todo el país. Este programa piloto serviría para determinar los costos reales en Colombia y la sostenibilidad del proyecto a lo largo del tiempo.

Recogida la experiencia del proyecto de oxigenación de gasolinas en el Valle del Cauca, se podría expandir este desarrollo a varias regiones estratégicas del país, con el apoyo técnico del sector Azucarero Colombiano en conjunto con los demás sectores involucrados en el programa.

En este trabajo se presenta un modelo para analizar la factibilidad de un programa de alcohol, teniendo en cuenta su incidencia en el programa energético, en el programa de preservación del medio ambiente, en el desarrollo industrial del departamento y en su probable proyección internacional.

3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE ALCOHOL POTABLE

3.1 EVOLUCIÓN DE LAS REGALÍAS POR PRODUCCIÓN

La existencia del monopolio de alcoholes en Colombia desde hace 100 años ha perjudicado los ingresos departamentales al identificar al alcohol y no al licor como se principal fuente de ingresos²⁰.

Entre las principales causas que hacen que la rentabilidad del negocio del alcohol en Colombia sea baja, es que se cuenta con plantas pequeñas y medianas sin tratamiento de vinazas lo que las hace obsoletas. Sin embargo, los productores de alcohol imponible pagan un 10% de regalías sobre precio de venta, mientras que la rentabilidad del producto puede ser de orden del 6%. A su vez, las licoreras han involucrado en su contabilidad a los licores y alcoholes, y en sus estados de costos no se permite apreciar la baja rentabilidad de la producción de alcohol dadas las grandes utilidades que se obtienen con el aguardiente.

Así las cosas, el monopolio del alcohol Potable no ha permitido una evolución gradual de la industria Licorera. Las pequeñas industrias no podían cerrar su producción de alcohol mientras no tuvieran garantizado su abastecimiento. Pero como el Alcohol también era monopolio, solamente podían adquirirlo a otras industrias licoreras o a empresas que tuvieran algún tipo de concesión, las cuales tenían que pagar regalías que en algún momento llegaron al 40% (como en el Departamento del Valle).

En la actualidad, Colombia recauda alrededor de 900 Millones de dólares anuales por concepto neto de monopolio de licores y no de alcohol, el 40% son regalías para los departamentos.

Con el tiempo la ineficiencia propia de estas plantas y la apertura Económica hicieron que solamente las plantas de Alcohol muy grandes y con tratamiento de vinazas pudieran ser competitivas, lo que provocó el cierre de la producción de Alcohol en las industrias Licoreras del país. Hoy en día tan sólo la Industria de Licores del Valle produce Alcohol lo que indica que las regalías por concepto de alcohol son casi nulas.

En este contexto, el monopolio del Alcohol Potable e imponible no ha permitido que se desarrollen exportaciones de alcohol. En primer lugar, el sector privado no puede exportar lo que no está permitido producir y si se quisiera exportar tendría que hacerse a través de las licoreras y pagando un porcentaje de regalías. La comisión de un intermediario más los impuestos adicionales que recaen sobre el Alcohol no lo hacen competitivo.

En segundo lugar, no hay oferta exportable de Alcohol en el país por parte de las industrias Licoreras precisamente porque ya no producen Alcohol. No han sido competitivas aún, y no se le ha dado la oportunidad al sector privado para demostrar que pueden ser eficientes.

Finalmente el Alcohol Etilico es una materia prima versátil a partir de la cual se pueden fabricar productos que hoy en día se hacen a partir del petróleo. Por ejemplo, Sucromiles inició una alianza estratégica con el sector azucarero para exportar a la CAN y a Chile Acetato de Etilo obtenido totalmente a partir de la Melaza. Las exportaciones de Acetato de Etilo han sido las siguientes:

²⁰ Fuente: Fábrica de Licores de Antioquia: <http://www fla.com.co/Quienessomos/Historia/historia.htm>

Cuadro 2. Exportaciones de Acetato de Etilo

Año	US\$ (millones)
1996	0
1997	2.6
1998	3.2
1999	4.0 (estimadas)

Fuente: Sucromiles. Exportaciones de Acetato de Etilo.2000

3.2 EVOLUCIÓN DE LAS DESTILERÍAS DEPARTAMENTALES E IMPORTACIONES DE ALCOHOL

El monopolio del Alcohol Potable, los limitantes técnicos, ambientales y la Apertura Económica han hecho además, que solamente las plantas de Alcohol grandes y con tratamiento de vinazas pueden ser competitivas, razones que no han permitido una evolución gradual de la industria Licorera Colombiana.

Durante los últimos 15 años solamente la industria de Licores del Valle²¹ construyó una planta nueva de 50.000 litros/días con tratamiento de vinazas (tamaño mediano pero que en la actualidad es muy ineficiente) y en vista que no había más oferta de alcohol Potable, las Industrias Licoreras de Caldas y Antioquia continuaron produciendo Alcohol pero sin tratamiento de vinazas y contaminando el medio ambiente. La industria Licorera de Cundinamarca fue la primera (de las grandes) en cerrar su producción de Alcohol y optó por importarlo del Ecuador.

La apertura económica de 1991 que se convirtió en limitante para la industria licorera originó que el Ecuador principalmente, desarrollara el Alcohol que debería producirse en Colombia y hoy en día abastece parcialmente todas las licoreras del país, con conflictos tan graves como la sentencia del Tribunal Andino de Justicia²².

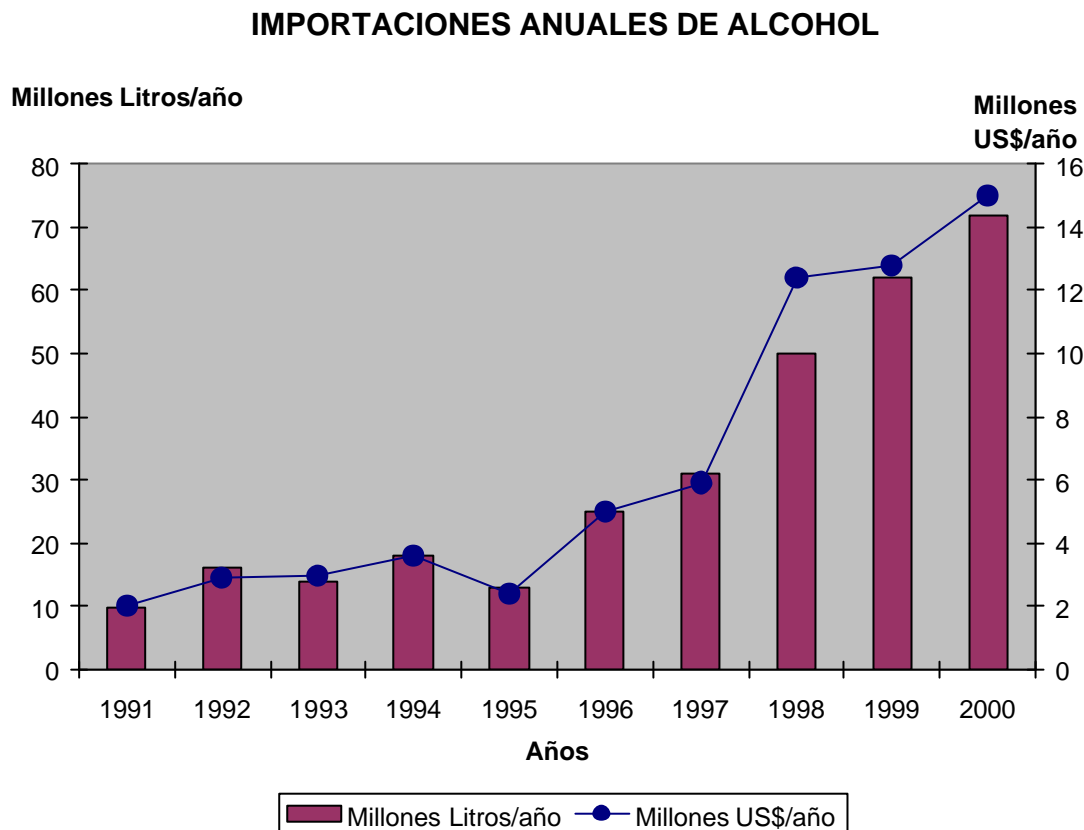
El futuro irreversible de las industrias licoreras es que mejoren su eficiencia comprando competitivamente el Alcohol y enfocándose en los licores que es una de las fuentes de ingresos departamentales más importantes; así se abriría espacio a las industrias competitivas y eficientes.

La liberación del monopolio no solo originaría nuevas exportaciones sino que sustituiría las crecientes importaciones de Alcohol del Ecuador y de otros países. Se observa claramente que todas las licoreras (a excepción de la del Valle del Cauca) han cerrado su producción de alcohol convirtiendo al país en importador neto de Alcohol, importando cerca del 90% del consumo (136.986 litros/día a 21 millones de litros/año), principalmente de países como Ecuador (90% en su mayoría), Costa Rica, Venezuela y Cuba.

²¹ <http://www.ilvalle.com/>

²² Resolución 544/01 Tribunal Andino: <http://www.comunidadandina.org/normativa/res/r544sg.htm>

Gráfico 6. Importaciones Anuales de Alcohol²³



En la gráfica anterior, se observa que la tendencia de las importaciones de alcohol con el transcurrir del tiempo, ha ido aumentando, así como su valor en dólares. El alcohol importado en su mayoría es alcohol potable (cerca del 67%), el resto es impotable.

Las importaciones por concepto del alcohol generan para los importadores la misma regalía que se cobra a los productores. A sí mismo, es importante resaltar que las importaciones de alcohol a Colombia acarrear los siguientes costos:

²³ Fuente: DANE

http://www.dane.gov.co/Informacion_Estadistica/Comercio_Exterior/import_origen/import_origen.html

Cuadro 3. Costos en la importación de alcohol

GASTOS	COSTOS FIJOS US\$ Miles de litros	COSTOS VARIABLES (%)
Fletes	70.0	
Seguros		0.35% del valor FOB
Gastos portuarios	5.0	
Arancel		15.0% del valor CIF
Gastos de Nacionalización	3.0	
Transporte interno	1.50	
Otros Gastos	5.5	
I.V.A		14.0% del Costo Total
Total	98.5	

En la siguiente tabla se pueden observar diferentes sensibilidades con base en el precio FOB (US\$/litro Alcohol) y lo correspondiente al valor en la planta o industria Colombiana que lo utilizará finalmente (destino final).

Cuadro 4. Sensibilidades de precio FOB por litro de alcohol

PRECIO FOB (US\$/Litro)	VALOR EN PLANTA (US\$/Litro)
0.25	0.4530
0.30	0.5193
0.35	0.5850

Fuente: JARAMILLO, G .2000

3.3 DESTILERÍAS NECESARIAS PARA CUBRIR LA DEMANDA Y EMPLEO GENERADO

El consumo de gasolina a escala nacional se estima en el orden de los 20 millones de litros al año (130.000 Galones al día), para cubrir la demanda proyectada de etanol como aditivo oxigenante para las gasolinas (10% en volumen) a escala nacional, se requieren 754 Millones de litros al año y para ello se recomiendan 7 destilerías con capacidad teórica de 108 Millones de litros al año cada una, anexas a ingenios azucareros, que por sus condiciones geográficas y agroclimáticas, así como por su infraestructura agrícola y técnica podrían suministrar fácilmente la materia prima (jugo clarificado a partir de caña de azúcar), así como también servicios como vapor y energía. Para cubrir la demanda nacional se requerirían 10 Millones de Toneladas de caña de azúcar al año, para lo cual es necesario contar con 103.000 Hectáreas de caña sembradas en sitios estratégicos con condiciones geológicas y agroclimáticas óptimas. Es importante tener en cuenta que, los centros de mezcla estarían ubicados estratégicamente cerca de los principales centros de consumo de gasolinas.

A escala departamental, esto es para el Valle del Cauca, el consumo de gasolinas es de aproximadamente 2.6 Millones de litros al año (16.342 barriles al día); para cubrir dicha demanda se requeriría aproximadamente 95 Millones de litros al año de alcohol etílico anhidro. Una destilería de 300.000 litros de alcohol al día sería requerida para cubrir la demanda de alcohol necesaria, lo que significa tener disponibles 1.3 Millones de Toneladas de caña de azúcar al año; para tal fin se necesitarían cosechar 13.000 hectáreas de caña, las cuales estarían ubicadas en sitios próximos al ingenio que estaría anexo a la destilería. Es importante resaltar que se dispondría de las áreas cultivadas en caña de azúcar que actualmente se utilizan para producir 157.296 Toneladas anuales de azúcar de exportación, las cuales se sustituirían si se implementa el proyecto piloto de oxigenación de gasolinas.

Figura 1. Ubicación de posibles complejos agroindustriales alcohólicos en Colombia²⁴



²⁴ CORPOBID 2000

3.4 IMPACTO EN LA BALANZA DE PAGOS POR SUSTITUCIÓN DE IMPORTACIÓN DE GASOLINA

Un tema de vital importancia a considerar es el escenario del petróleo y sus derivados como lo es el caso de la gasolina motor. De acuerdo a cálculos de ECOPETROL, existen en la actualidad reservas probadas de petróleo que a finales del año 1996 eran de 2.800 millones de barriles, con una relación reservas/producción equivalente a 12 años. Estos volúmenes son pequeños si se comparan con las de otros países exportadores de petróleo y plantea la preocupación de que de no darse nuevos descubrimientos reales de pozos explotables, se tendrá que importar nuevamente este hidrocarburo en el año 2005.

El panorama descrito anteriormente nos obliga a considerar el hecho de que se tendrá que importar a su vez mayores barriles de gasolina, lo que implica un fuerte impacto negativo en la balanza de pagos; esto justifica aún más, la necesidad de abordar proyectos de sustitución de combustibles fósiles y resalta la importancia del alcohol como una alternativa viable.

Se deben efectuar los cálculos necesarios para proyectar la demanda de consumo de gasolina a nivel nacional y del Valle del Cauca y poder estimar los litros de alcohol anhidro que será necesario producir para satisfacer los niveles de mezcla que sean reglamentados finalmente, lo cual está aún por definir.

En el cálculo de la demanda proyectada se deben utilizar modelos econométricos y analíticos que consideren variables como el producto interno bruto (PIB), crecimiento de la población, consumos históricos, precios internacionales del crudo y precio promedio de galón de gasolina importada.

La Unidad de Planeación Minero Energética – UPME - , efectuó las proyecciones econométricas en el diseño del Plan Energético Nacional – PEN – determinando el balance de oferta de demanda de diferentes tipos de energía, entre ellos el de los combustibles y en particular el de la gasolina motor. El resultado es una estimación de crecimiento de aproximadamente el 4.64% pero para efectos prácticos y dados los problemas actuales de costo de gasolina se hará uso de una estimación del 4%.

La proyección de la demanda de la gasolina es de vital importancia ya que la tendencia que ha tenido el país en su importación se encuentra entre el 18 y el 20% del consumo interno, esto representa unos 23.527 Barriles Diarios y aproximadamente US\$215 millones, cifra interesante que afecta la balanza de pagos. La simulación que se hará, permitirá estimar el ahorro potencial en divisas al que se podría llegar si se convierte en un proyecto viable, dependiendo de la reglamentación sobre la ley 693 de 2001 sobre de alcoholes carburantes.

Cuadro 5. Venta histórica de gasolina motor en Colombia²⁵

VENTAS DE GASOLINA MOTOR DISTRIBUIDOR MAYORISTA POR DIVISION POLITICA - BPDC

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Var %
ZONA NOROCCIDENTE	11.631	12.088	12.327	12.668	12.829	12.853	13.319	13.197	13.400	13.643	14.137	14.341	14.651	15.138	15.398	14.398	12.976	-9,88
ATLÁNTICO	4.859	4.878	4.831	4.780	4.831	4.817	4.978	4.899	5.043	5.192	5.227	5.165	4.639	4.538	4.076	4.436	4.327	-2,46
BOLÍVAR	2.452	2.780	2.799	2.937	3.023	3.033	3.072	3.129	3.140	3.301	3.533	3.752	3.920	4.151	4.192	3.635	3.186	-12,35
CORDOBA	1.588	1.642	1.700	1.556	1.717	1.832	2.019	1.934	1.993	1.929	2.058	2.012	2.200	2.385	2.535	3.000	2.991	-0,30
LA GUAJIRA	642	584	712	779	807	787	671	505	353	293	337	335	630	822	1	310	120	-61,29
MAGDALENA	1.264	1.400	1.374	1.471	1.394	1.297	1.401	1.487	1.569	1.549	1.556	1.626	1.602	1.553	1.781	1.605	1.062	-33,83
SAN ANDRÉS	148	148	159	182	212	209	226	247	262	277	316	306	292	297	289	265	249	-6,04
SUCRE	678	656	752	963	845	878	952	996	1.040	1.102	1.110	1.146	1.369	1.392	1.320	1.147	1.041	-9,24
ZONA NORORIENTE	8.944	9.419	9.757	10.090	10.341	10.658	10.431	10.587	10.703	11.051	11.788	11.990	12.319	12.487	12.442	9.763	7.891	-19,17
BOYACÁ	2.554	2.755	2.701	2.769	2.914	2.943	2.962	3.096	3.190	3.274	3.585	3.640	3.692	3.865	3.809	3.273	2.926	-10,60
CESAR	1.429	1.435	1.530	1.594	1.749	1.926	1.968	1.983	1.753	1.723	2.033	2.030	2.013	2.006	1.803	1.184	616.000	-47,97
NORTE DE SANTANDER	772	805	905	852	752	832	407	351	278	125	125	139	179	119	130	87	74	-14,94
SANTANDER	4.189	4.424	4.621	4.875	4.926	4.957	5.094	5.157	5.483	5.930	6.046	6.180	6.436	6.497	6.700	5.219	4.275	-18,09
ZONA CENTRO	44.438	47.145	48.830	51.923	54.949	57.726	58.903	61.159	65.131	68.044	70.045	71.247	71.165	72.352	70.814	62.676	57.843	-7,71
ANTIOQUIA	11.432	12.232	12.805	13.867	14.716	15.338	14.976	15.128	15.592	16.079	16.473	16.678	16.813	17.244	17.355	14.739	13.805	-6,34
BOGOTÁ	21.664	22.986	23.608	24.916	26.362	27.627	28.201	29.907	32.217	34.422	35.217	34.453	31.863	31.877	26.994	27.883	25.712	-7,79
CALDAS	2.024	2.073	2.121	2.237	2.301	2.418	2.636	2.771	2.967	3.083	3.123	3.063	2.943	2.979	2.915	2.501	2.226	-11,00
CUNDINAMARCA	3.979	4.145	4.367	4.487	4.879	5.349	5.690	5.610	6.086	6.337	6.736	8.371	10.672	11.386	14.829	9.320	8.066	-13,45
QUINDÍO	1.096	1.190	1.250	1.346	1.413	1.466	1.547	1.588	1.636	1.779	1.823	1.749	1.662	1.633	1.593	1.553	1.532	-1,35
RISARALDA	1.576	1.606	1.747	1.899	2.014	2.101	2.250	2.422	2.665	2.509	2.574	2.641	2.671	2.617	2.675	2.643	2.605	-1,44
TOLIMA	2.667	2.913	2.932	3.171	3.264	3.427	3.603	3.733	3.969	3.836	4.101	4.292	4.541	4.616	4.453	4.037	3.897	-3,47
ZONA SUROCCIDENTE	14.923	15.952	16.131	17.163	18.439	20.053	20.779	21.188	22.604	23.518	24.671	25.064	25.197	25.764	25.722	22.917	20.752	-9,45
CAUCA	1.265	1.192	1.228	1.285	1.331	1.366	1.399	1.419	1.594	1.838	1.881	1.877	1.948	2.098	2.239	1.840	1.627	-11,58
CHOCÓ	144	186	201	210	249	474	441	372	306	339	377	331	291	196	185	167	193	15,57
HUILA	1.724	1.965	1.910	1.931	2.087	2.471	2.481	2.342	2.387	2.334	2.355	2.498	2.573	2.704	2.789	2.498	2.543	1,80
NARIÑO	1.373	1.819	1.710	2.046	2.081	2.012	1.985	1.886	2.135	2.345	2.796	2.890	2.804	2.867	2.916	2.681	2.424	-9,59
PUTUMAYO	288	277	339	395	318	426	415	326	585	540	643	887	1.098	1.358	1.251	933	732	-21,34
VALLE	10.129	10.513	10.743	11.296	12.373	13.304	14.060	14.643	15.616	16.122	16.619	16.601	16.485	16.542	16.342	14.798	13.233	-10,58
ZONA SURORIENTE	2.727	3.537	3.990	4.562	4.749	4.376	3.946	4.069	4.348	4.446	4.909	5.047	5.399	6.070	6.238	5.089	5.057	-0,63
AMAZONAS	0	0	0	0	50	75	69	71	90	115	103	121	140	164	199	156	148	-5,13
ARAUCA	186	252	162	302	353	331	232	139	78	20	59	7	13	10	12	0	0	0,00
CAQUETÁ	545	617	862	986	947	793	724	971	1.064	938.000	890.000	1.151	1.176	1.369	1.463	1.470	1.563	6,33
CASANARE	179	213	400	442	510	333	344	382	472	519	733	579	663	830	841	661	633	-4,24
GUAINÍA	0	0	0	0	32	32	12	3	3	2	2	3	11	29	36	33	13	-60,61
GUAVIARE	0	19	48	148	89	147	156	111	136	213	314	184	299	333	238	234	288	23,08
META	1.817	2.430	2.516	2.676	2.753	2.610	2.388	2.374	2.486	2.631	2.789	2.990	3.022	3.196	3.224	2.480	2.340	-5,65
VAUPÉS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	52	85,71
VICHADA	0	6	2	8	15	55	21	18	20	8	19	13	76	140	225	27	20	-25,93
TOTAL PAIS	82.663	88.141	91.035	96.406	101.307	105.666	107.378	110.201	116.187	120.703	125.551	127.689	128.732	131.810	130.614	114.843	104.519	-8,99
VARIACIÓN %	3,2	6,6	3,3	5,9	5,1	4,3	1,6	2,6	5,4	3,9	4,0	1,7	0,8	2,4	-0,9	-12,1	-9,0	

Fuente: Unidad de Planeación de la Vicepresidencia de Refinación y Mercadeo - ECOPEPETROL

Del anterior cuadro se resume el consumo a nivel nacional y por la región del Valle del Cauca para encontrar su participación promedio ponderado

²⁵ Fuente: ECOPEPETROL: <http://www.ecopetrol.gov.co/esop/esopet/2000/estadisticas2000.htm>

Cuadro 6. Resumen de consumo anual histórico de gasolina Valle del Cauca

CIFRAS ANUALES DE CONSUMO DE GASOLINA - BPD			
1984 - 2000			
AÑO	NACIONAL	VALLE DEL CAUCA	%
1984	82.663	10.129	12.3%
1985	88.141	10.513	11.9%
1986	91.035	10.743	11.8%
1987	96.406	11.296	11.7%
1988	101.307	12.373	12.2%
1989	105.666	13.304	12.6%
1990	107.378	14.060	13.1%
1991	110.201	14.643	13.3%
1992	116.187	15.616	13.4%
1993	120.703	16.122	13.4%
1994	125.551	16.619	13.2%
1995	127.689	16.601	13.0%
1996	128.732	16.485	12.8%
1997	131.810	16.542	12.5%
1998	130.614	16.342	12.5%
1999	114.843	14.798	12.9%
2000	104.519	13.233	12.7%
PONDERADO	1883.445	239.419	12.7%

Estimando un crecimiento promedio ponderado de 4%²⁶ anual en el consumo nacional se proyectan para el periodo 2001 – 2017 los Barriles Producidos Días Calendario - BPDC - y los correspondientes a la participación del departamento del Valle del Cauca.

Cuadro 7. Demanda anual nacional y regional proyectada 2001 - 2017²⁷

CIFRAS ANUALES DE CONSUMO DE GASOLINA - BPDC PROYECTADO 2001- 2017 (4% ANUAL)			
AÑO	NACIONAL	VALLE DEL CAUCA	%
2001	108.700	13.818	12.7%
2002	113.048	14.370	12.7%
2003	117.570	14.945	12.7%
2004	122.272	15.543	12.7%
2005	127.163	16.165	12.7%
2006	132.250	16.811	12.7%
2007	137.540	17.484	12.7%
2008	143.041	18.183	12.7%
2009	148.763	18.910	12.7%
2010	154.714	19.667	12.7%
2011	160.902	20.454	12.7%
2012	167.338	21.272	12.7%
2013	174.032	22.123	12.7%
2014	180.993	23.007	12.7%
2015	188.233	23.928	12.7%
2016	195.762	24.885	12.7%
2017	203.593	25.880	12.7%
PONDERADO	2575.914	327.444	12.7%

Así mismo considerando las informaciones contenidas en el reporte del Banco Mundial (informe 294/98-sp), que 20% de la gasolina consumida en Colombia es importada, la implementación de la mezcla de alcohol con gasolina reduciría la necesidad de importación, con reflejos positivos en la balanza de pagos a saber:

²⁶ Fuente: COLOMBIA, Ministerio del Medio Ambiente, UPME, Plan Energético Nacional (PEN)

²⁷ Cálculo de los autores

Cuadro 8. Efecto en la balanza de pagos por sustitución de importación de gasolina²⁸

AÑO	REDUCCION DE IMPORTACIONES DE GASOLINA BPDC PROYECTADO 2001- 2017 (4% ANUAL)										
	CONSUMO BPDC	REDUCCION DE IMPORTACIONES CON DIFERENTES NIVELES DE MEZCLA					ECONOMIA EN DIVISAS US \$1000/AÑO				
		5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%		
2001	108,700	5,435	10,870	16,305	21,740	49,594	99,189	148,783	198,377		
2002	113,048	5,652	11,305	16,957	22,610	51,578	103,156	154,734	206,312		
2003	117,570	5,878	11,757	17,635	23,514	53,641	107,282	160,923	214,565		
2004	122,272	6,114	12,227	18,341	24,454	55,787	111,574	167,360	223,147		
2005	127,163	6,358	12,716	19,075	25,433	58,018	116,037	174,055	232,073		
2006	132,250	6,612	13,225	19,837	26,450	60,339	120,678	181,017	241,356		
2007	137,540	6,877	13,754	20,631	27,508	62,753	125,505	188,258	251,010		
2008	143,041	7,152	14,304	21,456	28,608	65,263	130,525	195,788	261,051		
2009	148,763	7,438	14,876	22,314	29,753	67,873	135,746	203,620	271,493		
2010	154,714	7,736	15,471	23,207	30,943	70,588	141,176	211,764	282,352		
2011	160,902	8,045	16,090	24,135	32,180	73,412	146,823	220,235	293,647		
2012	167,338	8,367	16,734	25,101	33,468	76,348	152,696	229,044	305,392		
2013	174,032	8,702	17,403	26,105	34,806	79,402	158,804	238,206	317,608		
2014	180,993	9,050	18,099	27,149	36,199	82,578	165,156	247,734	330,312		
2015	188,233	9,412	18,823	28,235	37,647	85,881	171,762	257,644	343,525		
2016	195,762	9,788	19,576	29,364	39,152	89,316	178,633	267,949	357,266		
2017	203,593	10,180	20,359	30,539	40,719	92,889	185,778	278,667	371,557		

Considerando un incremento del 4% en el consumo anual de gasolina, de acuerdo a lo proyectado, se estima que se importará más de 23.000 BPDC de gasolina oxigenada para satisfacer el consumo interno del combustible. AL utilizar el 10% de alcohol para el consumo total de gasolinas del país (tomando como referencia el año 2004), es decir, al producir 1.728.108 litros de alcohol al

²⁸ Cálculo de los autores

día, se dejarían de importar 10.870 barriles/día de gasolina con un ahorro de divisas de US\$ 99.198.000/año

A su vez, la tabla siguiente presenta el consumo de gasolina para el Valle del Cauca y la reducción de importaciones de gasolina en barriles por día, si éstas se oxigenan con el 10% de alcohol anhidro.

Cuadro 9. Consumo de gasolina en el Valle del Cauca y reducción de importaciones a un 10% de oxigenación²⁹

REDUCCION DE IMPORTACIONES DE GASOLINA BPDC PROYECTADO 2001- 2017 (4% ANUAL)			
AÑO	CONSUMO BPDC	REDUCCION IMPORTACIONES BPDC	ECONOMIA EN DIVISAS US\$1000/AÑO
2001	13.818	1.382	12,609
2002	14.370	1.437	13,113
2003	14.945	1.495	13,637
2004	15.543	1.554	14,183
2005	16.165	1.616	14,750
2006	16.811	1.681	15,340
2007	17.484	1.748	15,954
2008	18.183	1.818	16,592
2009	18.910	1.891	17,256
2010	19.667	1.967	17,946
2011	20.454	2.045	18,664
2012	21.272	2.127	19,410
2013	22.123	2.212	20,187
2014	23.007	2.301	20,994
2015	23.928	2.393	21,834
2016	24.885	2.488	22,707
2017	25.880	2.588	23,616

²⁹ Cálculo de los autores

3.5 RESUMEN DE LOS REQUERIMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL ANHIDRO

Cuadro 10. Resumen de requerimientos para producción de alcohol anhidro³⁰

ASPECTOS	NACIONAL	VALLE DEL CAUCA
CONSUMO DE BARRILES DE GASOLINA - BPDC	122.272	15.543
CONSUMO DE GALONES DE GASOLINA	5.135.207	652.775
CONSUMO DE LITROS DE GASOLINA	19.438.875	2.471.023
REQUERIMIENTOS DE ALCOHOL EN LITROS / DÍA	1.943.887	247.102
REQUERIMIENTOS DE ALCOHOL EN LITROS / AÑO	709.518.920	90.192.339
HECTAREAS DE CAÑA NECESARIA POR AÑO	80.335	10.212
TONELADAS DE CAÑA DE AZUCAR	9.640.203	1.225.439
TONELADAS DE AZUCAR DE EXPORTACIÓN QUE SE SUSTITUIRAN	1.253,226	159,307

Esta información es fundamental para la simulación económica del proyecto.

3.6 CONDICIONES DEL VALLE DEL CAUCA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

La región geográfica del Valle del Cauca ofrece las condiciones óptimas para el desarrollo de un proyecto de esta naturaleza debido a sus ventajas comparativas por ubicación geográfica, calidad de tierras y amplia experiencia en cultivo y procesamiento de caña de azúcar. Cuenta en la actualidad con 13 ingenios azucareros siendo líderes mundiales en eficiencia técnica tanto en campo como en fábrica.

Cuadro 11. Distribución regional área sembrada de caña

DISTRIBUCIÓN REGIONAL AREA SEMBRADA DE CAÑA EN COLOMBIA 2001		
REGION	AREA SEMBRADA	PARTICIPACIÓN
VALLE DEL CAUCA	153,179	79.5%
CAUCA	32,556	16.9%
CALDAS	3,083	1.6%
RISARALDA	2,212	1.1%
CESAR	1,537	0.8%
TOTAL	192,567	100.0%

³⁰ Cálculo de los autores

Adicionalmente, existe amplia experiencia en producción de alcoholes, existen en la actualidad 11 productores en la región y se cuenta con una sólida empresa en el sector de la sucroquímica. Entre los productores de alcohol potable se pueden mencionar a las de mayor capacidad como son:

- ? Ingenio Río Paila con capacidad de 15.000 lt día
- ? Ingenio Manuelita con capacidad de 5.000 lt día
- ? Sucromiles con capacidad de 60.000 lt día. En la actualidad está desarrollando un proyecto para ampliar su capacidad instalada a 100.000 lt día.
- ? Destilería San Martín con capacidad de 60.000 lt día.

3.7 IMPACTO EN LOS INGENIOS POR SUSTITUCIÓN DE EXPORTACIÓN DE AZUCAR

A partir de las cifras calculadas y de establecer la posibilidad de obtener la materia prima básica de los ingenios, se debe reflexionar sobre la conveniencia para los ingenios de dejar de exportar, de acuerdo a la simulación, 159.307 toneladas de azúcar y/o mieles, considerando el proyecto piloto para el Valle del Cauca.

De acuerdo a lo planteado en un documento del Centro Nacional de Productividad³¹ documento escrito para la CEPAL), “El azúcar es un *commodity* en el mercado mundial: 160 países son productores de azúcar, aunque no todos generan excedentes para la exportación. El 70% de la producción mundial la consumen los propios países productores; el 4% se negocia mediante acuerdos bilaterales y el 26% restante se negocia en el llamado mercado mundial, el cual se encuentra distorsionado por subsidios, protecciones y cuotas”.

Precisamente estos mecanismos de protección de los países compradores son los que impiden el que el precio internacional sea atractivo y técnicamente las exportaciones no generan utilidades.

En el mismo documento se afirma que “el precio del azúcar en el mercado mundial es muy sensible y volátil; el crecimiento de los productos sustitutos (edulcorantes), el menor consumo humano y la sobreproducción mundial, afectan la estabilidad los precios”.

Como mecanismo de protección al sector fue creado por el gobierno colombiano a partir de enero de 2001 el Fondo de Estabilización de precios del Azúcar³² cuyo objetivo es mantener el equilibrio de los precios de los azúcares centrifugados, las melazas derivadas de la extracción o del refinado de azúcar y los jarabes de azúcar en el mercado interno funcionando con base en un precio de referencia llamado Precio Promedio Ponderado y un flujo de dineros de compensación y cesión.

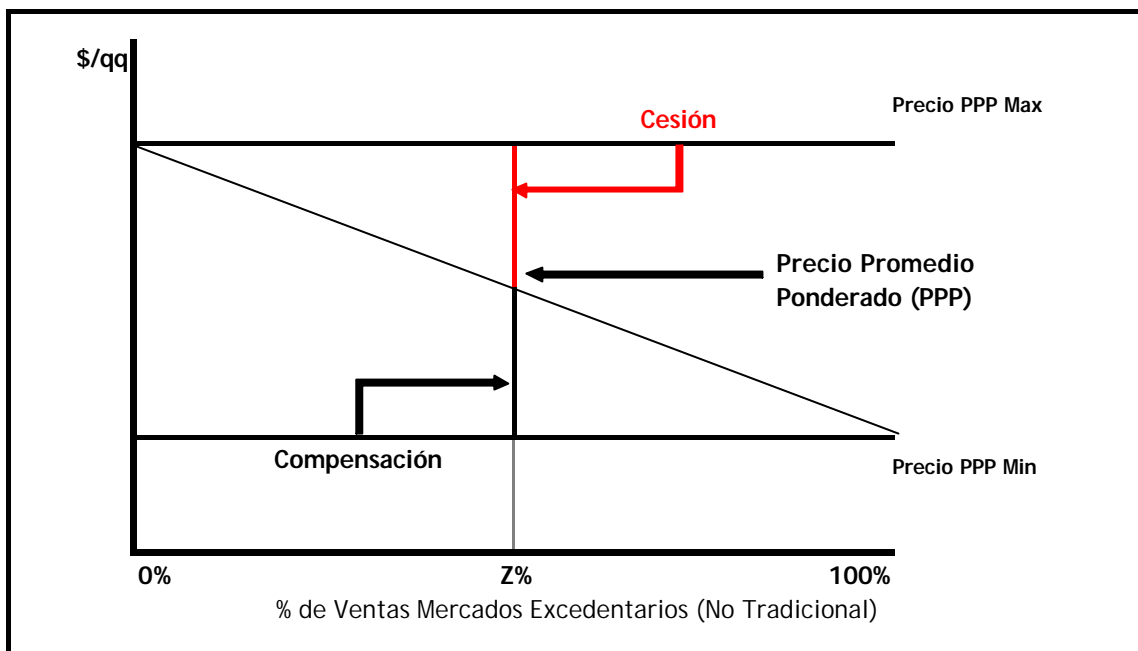
La cesión de estabilización se define como la renta parafiscal que tiene que pagar el productor al Fondo por cada unidad de cada producto, cuando el precio representativo de los productos cubiertos por Fondo sea superior al precio de referencia para ese mercado.

Compensación de estabilización es el monto que debe pagar el Fondo a los productores por cada unidad de cada producto, cuando el precio representativo de un mercado sea inferior al precio de referencia para ese mercado.

³¹ COLOMBIA. CENTRO NACIONAL DE PRODUCTIVIDAD, El conglomerado del azúcar del Valle del Cauca, diciembre de 2002, P.12

³² Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Decreto Numero 569 De 2000

Gráfico 7. Mecanismo de Fondo de Estabilización de Precios



Fuente: Asocaña. Presentación del fondo de estabilización de precios. Enero de 2001

$$PPP = Y \cdot PRMT + Z \cdot PROM$$

PRMT = Precio Representativo del Mercado Interno Tradicional

PROM = Precio Promedio de los Precios Representativos de todos los Mercados

Z = % para ponderar el Precio Promedio de los Mercados diferentes al Nacional Tradicional

Se cumple que : $Y = 100\% - Z$

Este mecanismo se vería afectado por las toneladas de azúcar y/o mieles que no se incluirían para el cálculo PRMT pero aún no se cuenta, por parte de Asocaña, con un estudio que permita evaluar su efecto ya que están a la espera de la reglamentación de la Ley 693 de 2001.

Considerando lo expuesto anteriormente se puede que resulta más atractivo para los ingenios azucareros sustituir parte de sus exportaciones de azúcar y/o mieles frente a la volatilidad del mercado y si se integran de manera directa al proyecto de alcohol, lograrían diversificar su portafolio de productos a mercados más rentables.

En cuanto al Fondo de Estabilización de Precios se deberán efectuar los cálculos correspondientes para determinar el efecto favorable o desfavorable y deberá ser incorporado en futuras simulaciones.

4 ESTUDIOS TÉCNICOS E INVESTIGACIONES REALIZADAS EN PRODUCCIÓN DE ALCOHOL CARBURANTE

Las investigaciones buscan producir combustibles a partir de productos agrícolas, que no afecten el medio ambiente. En Colombia se produce a base de Caña de Azúcar.

Que tienen en común el sorgo, la remolacha, el maíz, la papa y la caña de azúcar. Aparentemente muy poco. Tal vez lo único es que todos son cultivos que se encuentran en diversas regiones del país y unos más que otros, son de consumo humano o animal.

Estos productos agrícolas han sido identificados como adecuados para producir etanol, una sustancia que adicionada a la gasolina, permite mayores rendimientos y menos contaminación. Brasil utiliza biocombustibles, como también se denominan las sustancias provenientes de materias primas de origen agrícola, en un ciento por ciento. Estados Unidos ha incrementado su producción de etanol extraído del maíz.

La preocupación mundial por la conservación del medio ambiente ha llevado a crear múltiples tecnologías para optimizar la calidad de vida. Los biocombustibles se han convertido en las últimas décadas, en una solución ambiental, pues su uso permite reducir la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera.

La gasolina es uno de los mayores generadores de contaminación y, por ello, los científicos han dirigido sus miradas hacia la búsqueda de nuevas alternativas que permitan su reemplazo o minimicen sus daños contra la humanidad.

Colombia, donde ya se aprobó una ley que obliga el uso de alcohol como aditivo de las gasolinas que se expenden públicamente, ha entrado en esta tendencia industrial produciendo etanol a base de caña de azúcar, debido a su alto contenido de azúcares y a la amplia superficie que se encuentra en producción. .

El proyecto ha sido liderado por David Cala, Director de la Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología y la Producción Limpia, Corpodib, con el apoyo de Colciencias³³.

El uso de etanol en la gasolina y en el combustible Diesel permite el saneamiento ambiental, además estimula la producción agropecuaria y el empleo productivo. En Colombia, son muchas las regiones donde se puede establecer.

Corpodib³⁴ se ha asesorado de países que disponen de plantas pilotos para la conversión de biomasa en etanol, con alianzas estratégicas y convenios con universidades, centros de investigación y empresas internacionales, con el fin de reconocer y asimilar las tecnologías que existen en el mundo sobre este tema.

³³ http://www.colciencias.gov.co/sneyt/index/pn26_colciencias_alcohol_carb.htm

³⁴ <http://www.corpodib.com/>

La tarea de Corpodib se ha encaminado hacia la búsqueda del producto más adecuado para producir etanol. Se han realizado investigaciones con diferentes productos, pero finalmente es la caña de azúcar, el cultivo que ofrece las mejores perspectivas. Los trabajos han permitido detectar regiones que como Valle del Cauca, Costa Atlántica, Antioquia, Eje Cafetero, Huila, Nariño, Putumayo y Llanos Orientales, podrían ser importantes centros de producción. El etanol no sólo se utiliza como oxigenante de gasolina, sino como materia prima para el desarrollo de alcohol químico de amplia utilidad en licoreras.

Junto con el etanol se obtiene otro producto llamado viñaza, una sustancia tóxica que sometida a un proceso de filtración con bacterias y enzimas, permite su transformación para su uso como abono biológico o en las aguas de riego de los mismos cultivos de caña.

El trabajo que coordina Corpodib ha integrado al Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional, el Instituto Nacional de Salud y al Sena.

La importancia del proyecto que abarca diferentes campos sociales y económicos, radica en una rentabilidad que beneficia a las industrias licorera y panelera, mejora de la calidad de la gasolina sin afectar su precio, provee desarrollo regional, y genera empleo directo e indirecto.

4.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DEL ALCOHOL ANHIDRO

La factibilidad técnica de utilizar el alcohol mezclado con gasolina en plantas motrices de automotores está plenamente demostrada por investigaciones y experiencias tanto en el país como en el extranjero.

La adición del alcohol a la gasolina eleva el octanaje de ésta. Al añadirse alcohol en determinadas proporciones, puede evitarse la adición de plomo tetraetilo. Producto importado y causante de buena proporción de la contaminación ambiental originada por los gases de escape de motores.

La adición de alcohol a la gasolina coadyuva además a la limpieza de las bujías, impide o retarda la carbonización en la tapa de cilindros y contribuye a una duración mayor de los aceites.

El poder calórico del alcohol por unidad de volumen es inferior al de la gasolina, de modo que, en principio adición del alcohol debiera restar autonomía y potencia al vehículo. Sin embargo, a raíz del mejor llenado de la cámara de combustión (por la menor temperatura de la mezcla) y gracias al contenido de oxígeno dentro de la molécula del alcohol, que permite una mejor combustión, se compensa en parte esta desventaja. Y ello hasta el punto de que una mezcla de alcohol y gasolina en determinadas proporciones rinde prácticamente la misma potencia y tiene prácticamente el mismo desempeño que la gasolina.

Hay también un límite mínimo en la cantidad de alcohol que es posible, en la práctica, añadir a la gasolina, y este límite está dado por la miscibilidad de ambos elementos, o dicho de otra manera, por la estabilidad de la mezcla. Este límite mínimo varía de acuerdo a que se utilice alcohol anhidro o alcohol de 96° de pureza, y depende también de la temperatura ambiente y de la utilización de gasolina común o especial.

En el caso del alcohol anhidro, la estabilidad de la mezcla se obtiene prácticamente con proporciones de alcohol desde 5% a temperaturas normales en Colombia.

Los únicos efectos negativos que deben ser señalados radican en cierta mayor dificultad para el arranque con el motor caliente o con temperatura ambiente muy alta, para el caso de alto % de alcohol asimismo, en este caso una merma en el rendimiento medido en Km/lit de carburante.

4.1.1 La estabilidad de la mezcla.

Es un hecho comprobado que el alcohol anhidro es miscible con gasolinas en cualquier proporción a partir de un 5% de alcohol, si bien, con bajas temperaturas, pequeñas fracciones de agua producen enturbiamiento que da lugar a un comienzo de separación.

Con alcohol de 95° la temperatura de enturbiamiento disminuye al aumentar la proporción de alcohol y para una dada proporción de éste, esa temperatura resulta más baja es decir, más favorable cuando se emplea gasolina especial en vez de común.

La cuestión es entonces determinar en función de las temperaturas de operación esperadas, si puede usarse alcohol hidratado o si debe emplearse alcohol anhidro, opción que resulta a la vez afectada por la decisión de emplear gasolina común o especial y por el porcentaje de alcohol en la mezcla.

4.1.2 La proporción aconsejable de alcohol en la mezcla.

En función de los límites a que se ha hecho referencia en los apartados precedentes, el porcentaje mínimo de alcohol en una mezcla carburante podría ser:

- ? Empleando alcohol anhidro, tan bajo como se desee.
- ? Empleando alcohol hidratado, 20% si se mezcla con gasolina especial y 30% si se mezcla con gasolina común. Estos porcentajes pueden ser disminuidos en caso de agotarse estabilizantes. El porcentaje máximo de alcohol para una mezcla carburante depende de otras razones:
- ? Por motivos de seguridad no debería exceder del 85%.
- ? En razón de la extensión de su aplicación debe tenerse en cuenta que:
 - a) Si se decide su empleo en el ámbito nacional, en caso de excederse el 30% será necesario contemplar modificaciones en los motores.
 - b) Si se decide su empleo a escala regional sería necesario evitar superar el, 30% para no causar inconvenientes en los automotores en tránsito en la región.

4.2 FACTORES BÁSICOS EN UN PROYECTO DE ALCOHOL ANHIDRO

“Los factores más importantes en la producción de alcohol son el uso de la tierra, las materias primas y el balance energético”³⁵.

A partir del cálculo de la demanda de alcohol anhidro se deben estimar las toneladas necesarias de miel final para su producción y evaluar si lo que se produce actualmente en los ingenios satisface esas necesidades.

4.2.1 Cálculo de requerimientos de mieles.

En el capítulo 3 se calculó los requerimientos de alcohol para satisfacer la demanda en diferentes niveles de mezcla. Ahora se debe simular la cantidad toneladas de mieles que se consumirán para verificar la capacidad instalada de los ingenios y asegurar su suministro.

³⁵ I Simposio Colombiano de Alcohol Carburante, CIAT, Cali Colombia 1980 Pág. 97

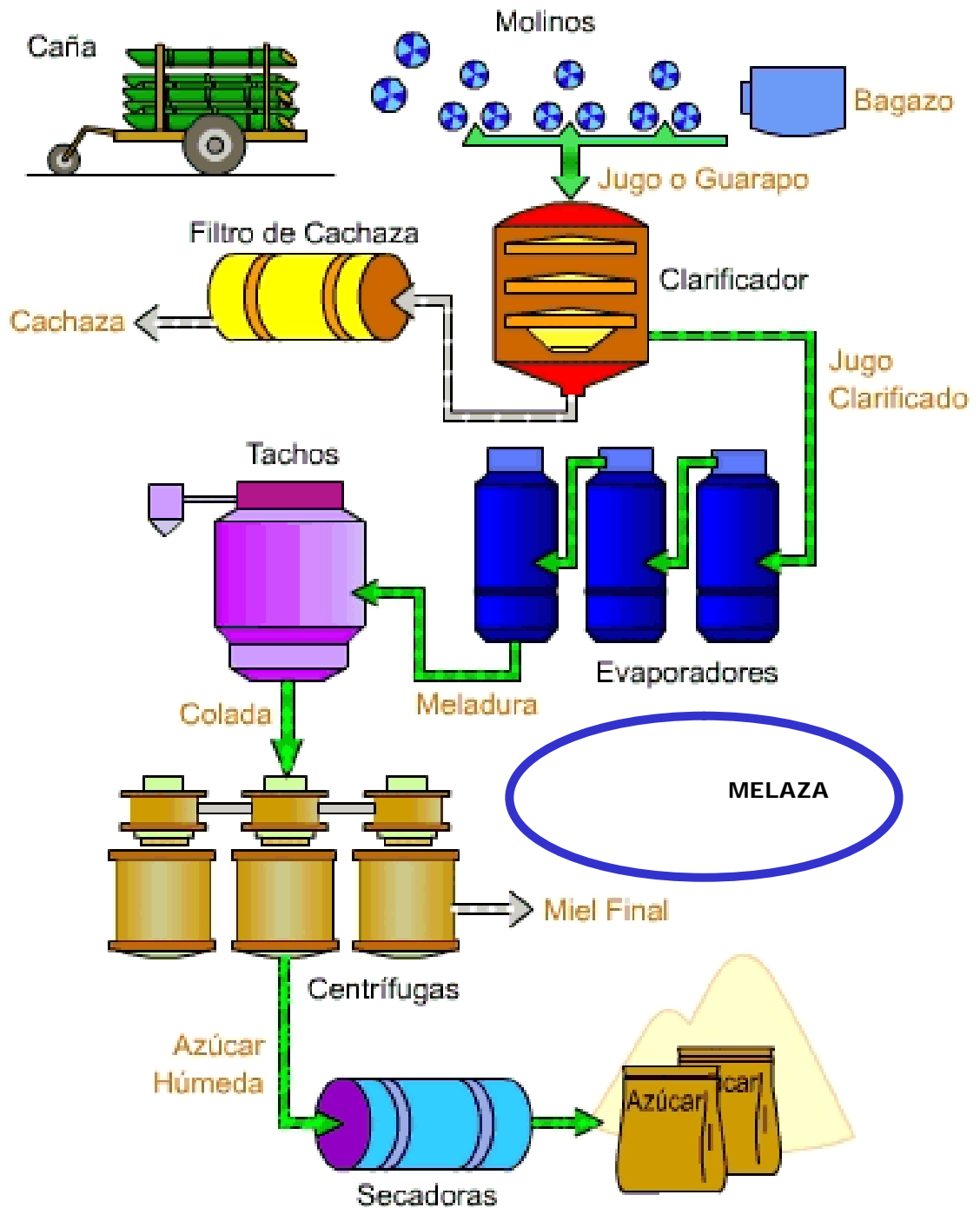
Este cálculo a su vez permite ayuda a definir los litros diarios de alcohol que se producirán y de esta manera determinar el tamaño de la(s) planta(s) de alcohol anhidro.

Cuadro 12. Requerimientos para la producción de alcohol anhidro

REQUERIMIENTOS PARA LA PRODUCCION DE ALCOHOL ANHIDRO. SE TOMA COMO REFERENCIA LOS DATOS DE DEMANDA PARA EL AÑO 2001 (VER CUADRO No. 6 PAG. 37)				
ASPECTO	VALLE DEL CAUCA		COLOMBIA	
	OXIGENACION		OXIGENACION	
	10%	5%	10%	5%
Consumo de barriles de gasolina día	13,818	13,818	108,700	108,700
Consumo de galones de gasolina día	580,341	580,341	4,565,390	4,565,390
Consumo de litros de gasolina día	2,196,831	2,196,831	17,281,882	17,281,882
Requerimientos de alcohol en litros/día	219,683	109,842	1,728,188	864,094
Requerimientos de alcohol en litros/año	80,184,341	40,092,171	630,788,685	315,394,343
Kilos necesarios de miel final por día	904,789	452,395	7,117,736	3,558,868
Toneladas necesarias de miel final por día	905	452	7,118	3,559
Toneladas necesarias de miel final por año	330,248	165,124	2,597,974	1,298,987
Toneladas caña por día	3,051	1,525	24,001	12,000
Toneladas caña por año	1,113,584	556,792	8,760,270	4,380,135
Litros de jugo por día	3,425,001	1,712,500	26,943,563	13,471,782
Litros de jugo por año	1,250,125,350	625,062,675	9,834,400,528	4,917,200,264
Hectareas de caña necesarias por día	30	15	239	120
Hectareas de caña necesarias por año	11,111	5,556	87,408	43,704
Número de destilerías a partir de juqos	1	1	6	3
Capacidad de cada destilería en litros/día de alcohol	219,683	109,842	1,728,188	864,094

Esta simulación sugiere el consumo de 905 toneladas diarias de mieles (al 10% de mezcla) y sugiere que la capacidad instalada de la(s) destilerías deberán cubrir un producción de aproximadamente 200.000 litros diarios de alcohol.

Figura 2. Descripción del proceso de producción de la melaza³⁶



³⁶ Fuente: Revista Asocaña No. 8, marzo del 2000

4.2.2 Análisis estadístico del sector azucarero.

Cuadro 13. Estructura de la Oferta y Demanda Azucarera Colombiana 1998 - 2001³⁷

ESTRUCTURA DE LA OFERTA Y DEMANDA AZUCARERA COLOMBIANA 1998 - 2001											
(t.m.v.c.)											
	1998		1999		Variación	2,000		Variación	2,001		Variación
	Cantidad	%	Cantidad	%	99/98	Cantidad	%	00/99	Cantidad	%	01/00
I. OFERTA											
Producción											
Blanco	1,654,739	77.83%	1,545,342	68.96%	-6.61%	1,568,280	65.58%	1.48%	1,509,041	67.32%	-3.78%
Crudo	435,874	20.50%	664,409	29.65%	52.43%	799,827	33.45%	20.38%	709,899	31.67%	-11.24%
Mieles */	35,510	1.67%	31,077	1.39%	-12.48%	23,217	0.97%	-25.29%	22,619	1.01%	-2.58%
Total	2,126,123	100%	2,240,828	100%	5.40%	2,391,324	100%	6.72%	2,241,559	100%	-6.26%
II. DEMANDA											
Despachos Internos											
Blanco	1,175,379	92.40%	1,129,241	90.21%	-3.93%	1,148,495	92.19%	1.71%	1,099,128	92.52%	-4.30%
Crudo	61,304	4.82%	91,793	7.33%	49.74%	84,479	6.78%	-7.97%	66,278	5.58%	-21.54%
Mieles */	35,380	2.78%	30,815	2.46%	-12.90%	12,824	1.03%	-58.38%	22,621	1.90%	76.40%
Total	1,272,063	100%	1,251,850	100%	-1.59%	1,245,798	100%	-0.48%	1,188,027	100%	-4.64%
Exportaciones Conjuntas **/											
Blanco	60,620	90.27%	68,916	85.57%	13.69%	80,963	78.59%	17.48%	104,682	86.52%	29.30%
Crudo	6,535	9.73%	11,622	14.43%	77.85%	22,062	21.41%	89.83%	16,314	13.48%	-26.05%
Total	67,154	100%	80,538	100%	19.93%	103,025	100%	27.92%	120,996	100%	17.44%
Exportaciones Directas											
Cuota Americana											
Blanco	-	0%	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-
Crudo	31,548	100%	12,005	100%	-61.95%	22,324	100%	85.96%	24,504	100%	9.77%
Total	31,548	100%	12,005	100%	-61.95%	22,324	100%	85.96%	24,504	100%	9.77%
Mercado Andino											
Venezuela											
Blanco	64,135	23.93%	-	0.00%	-	-	0.00%	-	-	0.00%	#DIV/0!
Crudo	203,825	76.07%	233,000	100.00%	14.31%	105,339	100.00%	-54.79%	383,891	100.00%	264.43%
Total	267,960	100%	233,000	100%	-13.05%	105,339	100%	-54.79%	383,891	100%	264.43%
Perú											
Blanco	93,438	89.60%	205,302	98.52%	119.72%	100,399	98.83%	-51.10%	107,648	92.23%	7.22%
Crudo	10,847	10.40%	3,088	1.48%	-71.53%	1,191	1.17%	-61.43%	9,064	7.77%	661.04%
Total	104,285	100%	208,390	100%	99.83%	101,590	100%	-51.25%	116,712	100%	14.89%
Ecuador											
Blanco	173,846	100%	22,062	100%	-87.31%	27,543	100.00%	24.85%	12,627	100.00%	-54.16%
Crudo	-	0%	-	0%	-	-	0.00%	-	-	0.00%	-
Total	173,846	100%	22,062	100%	-87.31%	27,543	100%	24.85%	12,627	100%	-54.16%
Total Mercado Andino											
Blanco	331,419	60.69%	227,363	49.06%	-31.40%	127,942	54.57%	-43.73%	120,275	23.43%	-5.99%
Crudo	214,671	39.31%	236,088	50.94%	9.98%	106,530	45.43%	-54.88%	392,955	76.57%	268.87%
Total	546,090	100%	463,451	100%	-15.13%	234,472	100%	-49.41%	513,230	100%	118.89%
Mercado Mundial											
Blanco	86,851	43.40%	108,805	26.54%	25.28%	230,662	29.25%	112.00%	172,981	43.93%	-25.01%
Crudo	113,244	56.60%	301,233	73.46%	166.00%	557,891	70.75%	85.20%	220,781	56.07%	-60.43%
Total	200,095	100%	410,038	100%	104.92%	788,553	100%	92.31%	393,762	100%	-50.07%
Total Exportaciones Directas											
Blanco	418,270	53.78%	336,168	37.96%	-19.63%	358,604	34.30%	6.67%	293,527	31.50%	-18.15%
Crudo	359,463	46.22%	549,326	62.04%	52.82%	686,745	65.70%	25.02%	638,240	68.50%	-7.06%
Total	777,733	100%	885,494	100%	13.86%	1,045,349	100%	18.05%	931,767	100%	-10.87%

t.m.v.c.: toneladas métricas valor crudo.

*/ Miel Virgen v Juao Clarificado equivalentes a azúcar crudo

**/ Volumen de azúcar exportado como insumo significativo dentro de bienes de mayor valor agregado, desde 1993

Fuentes: **asocaña**. Importaciones: DIAN.

³⁷ Fuente: Informe anual ASOCAÑA 2002 – 2001 Abril 15/02

Cuadro 14. Balance Azucarero Colombiano 1980 - 2001³⁸

BALANCE AZUCARERO COLOMBIANO 1980 - 2001
(t.m.v.c.)

Año	Producción Total	Ventas Blanco	Ventas Crudo Consumo Humano *	Ventas Crudo para Concentrados	Ventas Mielles Equivalentes	Exportaciones Conjuntas Totales	Exportaciones Totales	Importaciones Totales	Existencias Totales Fin Año
1980	1,247,488	992,378	-	-	-	-	280,494	-	53,889
1981	1,212,371	1,041,052	-	-	-	-	177,213	-	47,995
1982	1,318,047	1,011,364	-	-	-	-	293,319	-	61,359
1983	1,340,190	1,007,909	-	6,701	-	-	302,607	-	72,839
1984	1,177,169	963,237	-	19,797	-	-	182,980	-	84,935
1985	1,399,836	963,736	-	79,908	32,943	-	296,934	-	110,022
1986	1,373,520	1,051,284	-	94,482	83,332	-	211,816	-	70,476
1987	1,397,973	1,111,204	-	141,538	77,273	-	97,622	-	58,174
1988	1,474,505	1,072,615	664	109,430	59,548	-	243,269	-	35,098
1989	1,606,783	1,154,334	1,992	52,231	31,240	-	323,319	-	74,715
1990	1,669,386	1,230,420	4,830	17,703	23,635	-	416,339	-	59,423
1991	1,716,429	1,359,251	1,343	13,540	28,543	-	292,903	-	66,273
1992	1,893,236	1,303,733	3,290	8,937	10,935	-	515,264	10,049	93,809
1993	1,892,678	1,199,373	5,198	8,344	30,464	7,505	657,622	6,825	30,805
1994	2,025,966	1,189,054	8,218	12,178	45,249	24,379	723,613	37,512	59,824
1995	2,132,664	1,169,154	12,310	10,211	43,494	45,091	862,389	54,675	46,033
1996	2,219,183	1,240,497	19,149	14,649	39,438	40,165	826,017	3,435	84,191
1997	2,215,269	1,221,626	34,933	13,893	44,072	58,925	887,751	8,927	67,314
1998	2,200,544	1,251,007	44,220	17,083	35,380	67,154	777,733	4,092	62,688
1999	2,325,134	1,213,547	49,157	42,635	30,815	80,538	885,494	11,182	98,045
2000	2,391,324	1,148,495	52,642	31,836	12,824	103,024	1,045,349	12,514	60,150
2001	2,241,559	1,099,128	52,744	13,534	22,621	120,997	931,497	56,195	48,857

t.m.v.c.: toneladas métricas valor crudo.

*/ A partir de 1992 los despachos de azúcar crudo se distribuyen entre los despachos para fabricación de concentrados y los de consumo humano.

Nota: A partir de 1986 la información corresponde a todos los ingenios del país. Antes de ese año, incluye una muestra de ingenios que representan más del 95% del total de azúcar producido en el país.

Fuente: **asocaña**. Importaciones: DIAN.

³⁸ Fuente: Informe anual ASOCAÑA 2002 – 2001 Abril 15/02

Cuadro 15. Balance de miel final 1980 - 2001³⁹**BALANCE DE MIEL FINAL 1980 - 2001**

Año	Producción (ton)	Despachos (ton)	Exportaciones			Participación	
			Cantidad (ton)	Precio (US\$/ton)	Valor (mill. US\$)	Consumo Local en %	Exportación en %
1980	320,946	162,547	143,911	114.24	16.44	50.6%	49.4%
1981	309,991	194,852	101,986	91.31	9.31	62.9%	37.1%
1982	339,054	217,061	127,194	40.69	5.18	64.0%	36.0%
1983	344,645	209,525	127,352	54.42	6.93	60.8%	39.2%
1984	301,766	247,574	51,398	55.76	2.87	82.0%	18.0%
1985	353,052	276,101	76,951	42.44	3.27	78.2%	21.8%
1986	323,224	228,046	95,178	67.67	6.44	70.6%	29.4%
1987	356,592	278,302	78,290	40.67	3.18	78.0%	22.0%
1988	363,062	292,935	70,127	60.35	4.23	80.7%	19.3%
1989	379,621	344,595	35,026	41.96	1.47	90.8%	9.2%
1990	394,885	369,484	25,401	61.46	1.56	93.6%	6.4%
1991	415,661	402,901	12,760	62.36	0.80	96.9%	3.1%
1992	452,259	388,896	63,363	51.99	3.29	86.0%	14.0%
1993	451,106	255,712	195,394	46.29	9.04	56.7%	43.3%
1994	483,985	286,237	197,748	70.37	13.92	59.1%	40.9%
1995	464,577	368,055	96,522	59.05	5.70	79.2%	20.8%
1996	470,802	413,694	57,108	57.15	3.26	87.9%	12.1%
1997	466,930	312,604	154,326	44.12	6.81	66.9%	33.1%
1998	492,385	309,947	182,437	30.78	5.62	62.9%	37.1%
1999	459,229	329,277	129,952	14.88	1.93	71.7%	28.3%
2000	489,251	400,098	89,153	32.09	2.86	81.8%	18.2%
2001	480,264	451,759	28,505	66.01	1.88	94.1%	5.9%

De las cifras calculadas se puede concluir que existe tanto la producción de azúcar como de mieles necesarias para suministrar la materia prima a un proyecto de alcohol anhidro.

³⁹ Fuente: Informe anual ASOCAÑA 2002 – 2001 Abril 15/02

4.3 ANÁLISIS TÉCNICO DE UNA DESTILERÍA⁴⁰

Se presentará un análisis preliminar de los aspectos técnicos y costos que deberán ser tenidos en cuenta en el montaje de una destilería de alcohol anhidro. Este es solo un modelo teórico que se constituye en un modelo de simulación que puede sufrir, cambios o modificaciones en su concepción técnica, derivada del desarrollo e investigación tanto en nuevas tecnologías como en el intercambio de conocimiento o apoyo que está logrando el actual gobierno con países de mayor experiencia en este campo como Brasil⁴¹ y Australia.

ASPECTOS ANALIZADOS

- ? Procesos de producción
- ? Necesidades de maquinaria, equipo e instrumentación
- ? Recursos y servicios (vapor, energía, etc.)
- ? Tratamiento para vinaza
- ? Costos de producción

4.3.1 Proceso de producción.

La obtención de etanol se basa en un proceso de fermentación de biomasa conteniendo hidratos de carbono (melazas, jugo de caña, almidones de papa, maíz, etc.). Los hidratos de carbono pueden presentarse de manera simple en forma de azúcares, o de polímeros como el almidón a celulosa.

El paso inicial lo constituye el pretratamiento de la biomasa escogida para la fermentación: Esta operación consiste generalmente en una trituración, molienda o pulverización. Posteriormente se lleva a cabo una hidrólisis o ruptura de las moléculas en medio acuoso para obtener azúcares sencillos, en el caso de jugos o melazas, esta se lleva a cabo por adición de ácido sulfúrico. Se suelen utilizar fermentos o enzimas o reactivos químicos específicos.

Los microorganismos empleados son levaduras, hongos unicelulares ampliamente conocidos (por ejemplo: *Saccharomyces*). Actualmente se tienen levaduras que permiten obtener altos rendimientos en el proceso fermentativo y ofrecen facilidad para su recuperación y posterior uso.

Adicionalmente a aspectos como el contenido de azúcares fermentables presentes en la materia prima, al tipo de levadura utilizada y el proceso de fermentación seleccionado se deben tener en cuenta en el proceso de fermentación los siguientes puntos:

Control de la acidez. El medio óptimo para el trabajo de la levadura está entre un pH de 4 y 5, para alcanzarlo se usa el ácido sulfúrico. Esta acidez además de favorecer el desarrollo de la levadura, provoca inhibición en las bacterias.

Corrección de nutrientes La melaza y jugo de caña contienen muchas sales minerales, las cuales son de vital importancia durante la fermentación ya que aportan elementos nutritivos como:

⁴⁰ Tomado de documentos varios de ASOCAÑA y CENICAÑA, autores varios.

⁴¹ http://www.comunidadandina.org/documentos/dec_int/bra-col7-3-03.htm

fósforo, azufre, hierro, magnesio, nitrógeno, etc. Sin embargo, estas sales necesitan ser complementadas con la adición de fósforo y nitrógeno.

Antisépticos. Su uso tiene como objetivos prevenir las contaminaciones de las materias primas y del agua de dilución.

Temperatura. El proceso de fermentación es exotérmico, por lo tanto las cubas deben estar recubiertas de agua de enfriamiento (27°C) con el fin de mantener la temperatura interior en 34°C, punto en el cual el trabajo de la levadura es el mejor.

Naturalmente estos procesos requieren de operaciones unitarias (en algunos casos continuas) que exigen un control permanente, por lo que se recomienda un alto grado de automatización de la planta. Como todo proceso químico requiere de energía en forma de vapor y para efectos de transferencias, agitación y controles automáticos de energía eléctrica. Además estos procesos facilitan de una manera económica su instrumentación.

Existen dos subproductos en la obtención del etanol que reducen seriamente las inversiones en las plantas industriales: el gas carbónico (CO₂) y las vinazas. Aunque el CO₂ tiene muchos usos, la demanda actual del país se encuentra copada y queda la posibilidad de hacerlo reaccionar con cal o magnesio para la obtención de los carbonatos correspondientes que pueden ser almacenados y utilizados en el mismo campo u otro tipo de manufactura.

En el caso de la vinaza en los últimos quince años se ha venido trabajando en la forma intensa en su manejo para reducir su alto impacto negativo en el medio ambiente. Existen hoy en día cuatro tipos de manejo que pueden ser aplicados al caso colombiano: mecanización (biodigestión anaeróbica) con generación de energía y tratamiento aeróbico al afluyente final, concentración de la vinaza por evaporación y su incineración con producción de cenizas ricas en potasio: concentración de la vinaza por evaporación hasta el 35% p/p y su utilización en compostaje y por último la concentración de la vinaza por evaporación hasta 60% de sólidos y su utilización como combustible en una caldera (muy costosa debido a que se requiere una caldera especial).

Con el objeto de obtener un mayor contenido de azúcares fermentables en la materia prima y de esta forma reducir la producción de vinazas por litro de alcohol, se plantea la utilización de la totalidad de las melazas de exportación y jugo proveniente de una molienda normal como materia prima, en una proporción aproximada de 89% p/p de jugo de caña y 11% p/p de melaza. Por otra parte los equipos permitirían utilizar en un momento dado solo jugos o solo melazas. En la figura 1 se muestra un esquema general de estos procesos.

Figura 3. Esquema general del proceso de producción de alcohol anhidro

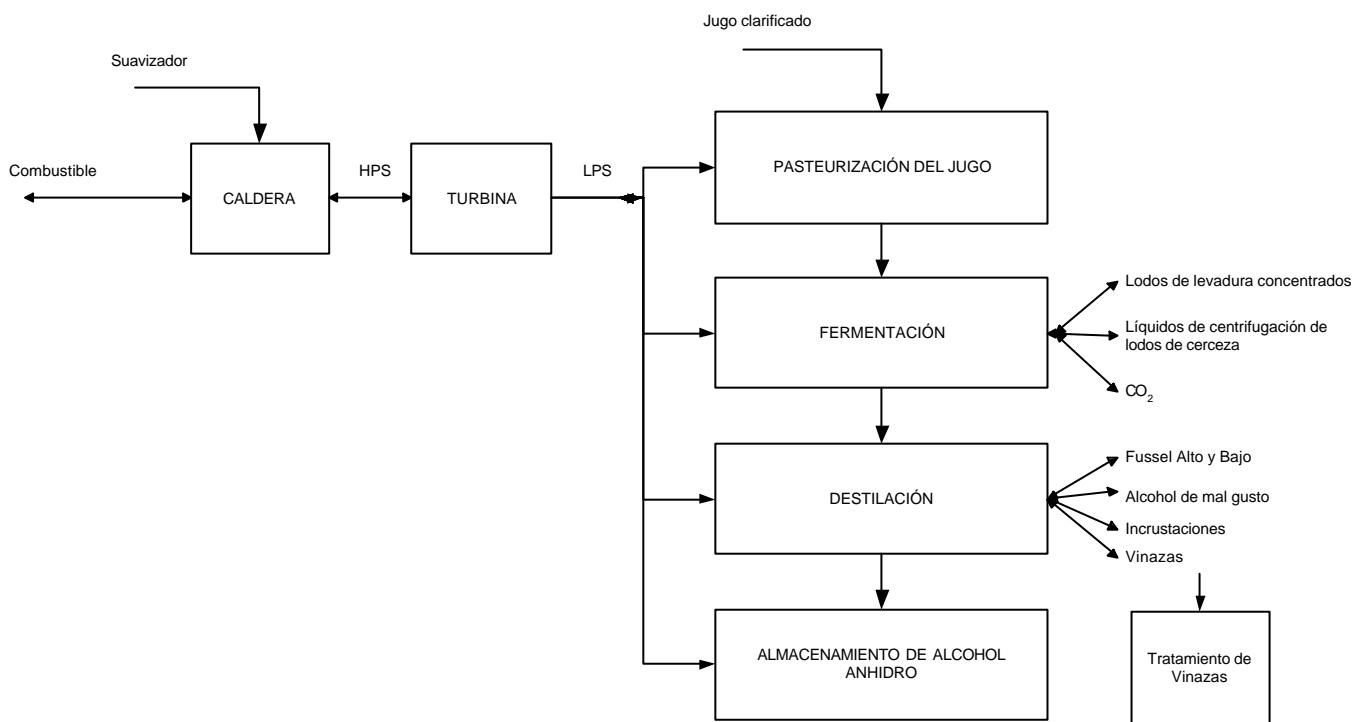


Figura 1. Esquema general del proceso de producción de alcohol anhidro

4.3.2 Necesidades de maquinaria y equipo, instrumentación.

Para establecer una base aproximada de los requerimientos de la planta productora de 220.000 litros/día de alcohol absoluto (99.6%)

4.3.2.1 Ubicación.

En primer término la planta debe estar colocada al lado de un ingenio para aprovechar en parte vapor y energía eléctrica, servicios administrativos, soporte en mantenimiento y control de calidad. A este respecto se estimó que en un principio el vapor y energía eléctrica requeridos se obtendrían a partir de la combustión del bagazo y que serían suministrados por el ingenio donde se encuentre ubicada la refinería. Sin embargo se debe realizar un estudio más detallado sobre los consumos de estos servicios para corroborar esta suposición.

Por otra parte las obras civiles y de infraestructura deben realizarse dentro de las normas existentes de normatividad ambiental, CVC, CRC y Ministerio del Medio Ambiente y las de seguridad propia de este tipo de plantas. Dependiendo del tipo de tratamiento de vinazas se debe tener en cuenta la disposición de un área para el bio-reactor y las lagunas de tratamiento del afluente de este bio-reactor ó los sitios de disposición final de las cenizas de las vinazas en el caso de la incineración de las mismas o el área destinada al compostaje.

Un factor adicional lo constituye la cercanía de la planta a centros de acopio de caña y de melazas.

4.3.2.2 Equipos y procesos.

Se consideraron las siguientes etapas:

- ? Prefermentación
- ? Fermentación
- ? Destilería
- ? Deshidratación
- ? Tratamiento de afluentes

En cada caso se estableció el procedimiento a seguir cuando el proceso se realiza a partir de jugos de caña o cuando se realiza a partir de melazas de caña.

? **Prefermentación.**

Cuando se utiliza el jugo de caña de azúcar se parte de la base de que se clarifica de manera tradicional (como cuando se va a elaborar azúcar), la temperatura cercana a los 100°C que alcanza el jugo en esta etapa hace que se considere pasteurizado. En Brasil antes se utilizaba el jugo crudo (sin clarificar), pero ahora la tendencia es hacerlo con jugo claro. En el caso que se utilice la melaza, esta se debe diluir hasta un contenido de azúcares fermentables cercanos a 19 – 20 % p/p. En Sucromiles solo se esteriliza la melaza que se va a utilizar en la reproducción de levadura, pero no se clarifica. La clarificación no es necesaria salvo que exista tratamiento del afluente o recirculación de levadura y el calcio o los sólidos sean problema para ello. Para la fermentación de

por si no son un inconveniente. En la prefermentación es importante mantener un control de pH y de densidad para regular la cantidad de azúcar que se va a alimentar al fermentador.

? **Fermentación.**

En el caso de que la planta funcionara con jugos, el proceso, de fermentación sería continuo. Pero como se tiene la posibilidad de que también se utilice melaza, la fermentación debe ser discontinua, pues se corre el riesgo de contaminar los fermentadores dada la cantidad de impurezas: ácidos volátiles e incluso bactericidas que tiene la melaza y que puede inhibir la acción de levadura. Lo ideal es que el "vino" producto de la fermentación tenga el mayor grado alcohólico (superior a 9% v/v). Para ello es necesario contar con una levadura selectiva y que el contenido de azúcares fermentables presentes en la materia prima sea alto. En el caso del Jugo claro este fluctúa entre 12 y 14 %, el cual se incrementaría como se anotó anteriormente al mezclarlo con melaza diluida. Las ventajas de la fermentación continua son, menor área e instrumentación más sencilla y barata lo que conduciría a un costo adicional más bajo, y se facilita la recuperación de mayor cantidad de gas carbónico. Sin embargo dado el alto contenido de los ácidos volátiles en las melazas se recomienda la fermentación semi-continua o discontinua. Ya sea que se utilice jugo o melaza, se recomienda el proceso de recirculación de la levadura por mayor eficiencia.

Las principales variables a controlar en la fermentación continua serían el flujo de mosto, el °Brix del mismo mediante el control de los flujos de agua, jugo y melaza. Además de los controles de nivel, temperatura y adición automática de químicos (antiespumantes) en las cunas.

? **Destilería.**

El proceso que se utilice en la destilería (número de columnas) etc., va de acuerdo al tratamiento que se le vaya a dar a la vinaza y es independiente del tipo de materia prima utilizada. Considerando que el caso colombiano la opinión de incinerar las vinazas es el mejor, la alternativa número 1 en este punto sería concentrar el vino en un evaporador de múltiple efecto que trabajaría bajo vacío y que contaría con unos dispositivos metálicos que evitan la incrustación de la vinaza y que hace que la serie de evaporadores solo se limpie una vez al año. Esta opción elimina la columna despojadora y reduce el consumo de vapor, el sistema quedaría conformado por un evaporador múltiple efecto, la columna rectificadora y el incinerador. Desde el punto de vista económico la alternativa es buena, pero desde el punto de vista de eficiencia se debe asegurar que la vinaza no arrastre alcohol. Hasta hace algunos años no era posible concentrar la vinaza pues se requería limpiar los evaporadores cada 3 días. De esta serie de evaporadores se obtendrían el alcohol en forma de vapor y la vinaza concentrada hasta un 35% de sólidos. El alcohol tendría en este punto una concentración de 11% v/v, luego se concentraría en una columna rectificadora llegando a un nivel del 96% v/v. Aunque técnicamente la concentración de la vinaza sea la alternativa más viable es necesario evaluar económicamente el costo en vapor requerido.

La alternativa número 2 sería trabajar con el procedimiento convencional que consiste en utilizar una columna despojadora de vino y una columna rectificadora, por el fondo de la columna despojadora se obtiene una vinaza diluida que en este caso se podría llevar a un reactor anaeróbico para la producción de gas metano o se tendría que alimentar a un tren de evaporadores para concentrar la vinaza con un mayor consumo de vapor comparado con la alternativa No. 1. Cuando se utiliza un reactor anaeróbico se obtiene un efluente por el cual hay que pagar tasa retributiva cercana a los 25 millones mensuales. Sin embargo, la producción de biogás hace que la inversión se recupere en un periodo entre 7 a 8 años. Adicionalmente el alto contenido de calcio en las melazas puede alterar el trabajo de birreactor.

En la etapa de evaporación se debe controlar, la concentración por el flujo de entrada a la serie de evaporadores los niveles y vacío en el último efecto. En la columna de rectificación se tendrían controles de presión, temperatura, nivel y salida de alcohol.

? **Deshidratación.**

Para el proceso para el cual se retira entre el 3 y 4% del agua incrementando su grado alcohólico al 99.6% existen las alternativas de utilizar solventes como el ciclohexano, benceno y etilen glicol o tamices moleculares. Se decidió adoptar el uso de tamices moleculares debido a la restricción en Colombia del uso de este tipo de solventes y los problemas ambientales que trae su utilización. Es de anotar que el uso de los tamices moleculares solo permite la obtención de alcohol absoluto, en cambio si se utiliza el sistema de deshidratación por solvente la planta podría ser diseñada para obtener un alcohol de uso en la industria de licores. El control en el caso de los tamices moleculares se aplicaría a sus ciclos de operación y regeneración.

? **Tratamiento de efluentes.**

Tratamiento de la vinaza. Con la vinaza concentrada (35% de sólidos) existen tres alternativas de disposición:

- ? **Fertilización y alimento animal.** Se puede utilizar en la elaboración de bloques nutricionales o como fertilizante. Sin embargo, es necesario realizar un estudio de mercado para saber si efectivamente se puede utilizar todo lo que se produce.
- ? **Incineración.** La vinaza concentrada al 35% se concentra hasta el 60% utilizando los gases que salen del incinerador. A esta concentración se le incinera en un horno obteniéndose al final una ceniza rica en potasio y calcio.
- ? **Calderas.** Se puede utilizar como combustible en una caldera que generaría parte del vapor requerido en la destilería y cogeneraría energía eléctrica. Sin embargo exige de una caldera especial de alto costo.

Estas consideraciones reducen los posibles escenarios de trabajo a unas condiciones tales que se garantiza una producción regular de 220.000 litros/día de alcohol anhidro con unos requerimientos de energía eléctrica, vapor, insumos químicos y materia prima (jugos y melazas). Igualmente se garantiza una producción limpia y un manejo racional de las vinazas y del CO₂ los valores concernientes a rangos de consumos se presentaran más adelante.

4.3.3 Capacidades requeridas.

Con relación a la capacidad de los equipos, es necesario especificar que aunque el volumen de producción considerado permite establecer algunas dimensiones de los equipos, solo hasta definir la ingeniería de detalle se podrán precisar las características de cada uno de los elementos, (tanques, tuberías, columnas. Bombas, evaporadores, etc.).

El éxito de una operación controlada en los niveles de demanda de insumos, manejo de productos y subproductos y control de emisiones y calidad, solo se logra con un alto grado de instrumentación. Por esta razón se recomienda que la planta sea calculada en este criterio.

4.3.4 Recursos, insumos y servicios.

Con el objeto de dar una visión aproximada de los requerimientos básicos de la planta, a continuación se presenta un cuadro con algunos de los elementos de manejo normal y unas cifras aproximadas de su consumo.

Consumos específicos

Para estimar la conversión de azúcares fermentables en alcohol, se fijaron los siguientes parámetros:

- ? Grado alcohólico del alcohol anhidro: 99.6 % (v/v)
- ? Eficiencia en la etapa de fermentación 89%
- ? Eficiencia en la etapa de destilación: 98.5%
- ? Densidad del alcohol: 0.794 ton/m³
- ? Factor estequiométrico: conversión glucosa o fructuosa en etanol: 0.511
- ? % azúcares fermentables en jugo diluido: 13%
- ? % azúcares fermentables en melaza: 45%

A manera de ejemplo, el cálculo de la estimación del rendimiento a partir de jugos sería el que se reporta en el siguiente cuadro, el cual se obtuvo de la siguiente manera;

130 Kg. azuc. Ferm/ton caña*0.89*0.985*0.511/(0.996*0.794) = 73.6 litros de alcohol/tonelada de caña.

Cuadro 16. Rendimientos a partir de jugos

RENDIMIENTOS (JUGO)	
1 Hectárea	120 toneladas de caña
1 Tonelada de Caña	1000 Kg. de Jugo
1000 Kg. de Jugo	130 Kg. de azúcares fermentables
130 Kg. de Azúcares fermentables	73.6 litros de etanol anhidro
13.6 Kg. de Jugo al 13% de azúcares	1 Litro de alcohol
12Kg de vinaza (3% sólidos)	1 litro de alcohol
RENDIMIENTOS A PARTIR DE MELAZA	
1 Tonelada de caña	255.1 Kg. de melaza
100 Kg. de melaza	45 Kg. de azúcares fermentables
3.92 Kg. de melaza	1 Litro de alcohol
12 Kg. de vinaza (12% sólidos)	1 Litro de alcohol

Nota: en sucromiles se requiere 3.8 Kg. de melaza para producir 1 litro de alcohol de 96% v/v

Requerimientos de materia Prima. Con los objetivos de aumentar el contenido de azúcares fermentables en la materia prima y el contenido de sólidos en las vinazas diluidas se estimó conveniente utilizar las melazas que en la actualidad se están exportando como parte de la materia prima para la producción de alcohol. Tomando como referencia el cuadro 15 esa cifra ascendía, en promedio ponderado, a 97.000 toneladas año. Utilizando las cifras sobre rendimientos de alcohol a partir de melaza y jugos, se establecieron los siguientes consumos de materia prima:

Cuadro 17. Consumo de materias primas

Materia prima	Consumo día/ton	% con respecto a total materia prima	Rendimiento	Producción alcohol (lt)
Jugo clarificado	2,084	88.9	13.6	153
Melaza	262	11.1	3.92	67
Totales	2,346	100		220

A continuación se detallaron los consumos específicos de materias primas, productos químicos y servicios para la producción de alcohol anhidro a partir de jugos de caña, basados en información suministrada en Brasil y por firma PRAJ. A partir de melaza, se trabajó de acuerdo a la experiencia de SUCROMILES.

Cuadro 18. Consumos específicos de insumos y servicios para la producción de alcohol a partir de jugos y de melazas.

Producto	A partir de jugos (fuentes varias) Kg./metro cúbico	A Partir de melaza (Sucromiles) kg./metro cúbico de alcohol
Urea	0.20	1.6
Fosfato	0.10	0.8
Levadura	3.8 a 4.5 toneladas al inicio	0.008
Antibiótico	0.0009	0.0062
Antiespumante	0.65	0.795
Ácido sulfúrico	15.0	48
Soda cáustica		
Hipoclorito de sodio		
Vapor	4700-5200 (concentrando la vinaza dado PRAJ)	6200 (concentran vinaza)
Energía eléctrica	270 KWH/m3	120KW/m3 sin concentración de vinaza

Nota: En el caso de la producción e etanol a partir de jugo, se tiene como tratamiento de la vinaza su concentración y posterior incineración. En el caso de la melaza la vinaza diluida se utiliza para la producción de gas metano.

4.3.5 Tratamiento para vinaza.

En el numeral 2 se describen los tratamientos más apropiados para el manejo de las vinazas. Sobre este particular el grupo recomienda como una primera opción la concentración de la misma en la serie de evaporadores de múltiple efecto y su posterior incineración. En esta opción, los únicos efluentes serían las cenizas provenientes de la incineración de la vinaza, con las cuales existe la posibilidad de enterrarlas en un relleno. Los gases producto de la incineración de las vinazas no presentarían impacto ambiental ya que el horno donde se llevaría a cabo la incineración se encuentra provisto de un precipitador electrostático. La otra posibilidad sería la de utilizar las vinazas concentradas al 35% p/p en la elaboración de un compost (fertilizante para el cultivo de la caña), sin embargo, para ello se debe verificar en primera instancia la viabilidad de su uso para las condiciones del cultivo de la caña en Colombia y adelantar un estudio de mercado de acuerdo con producción y demanda.

4.3.6 Costos de producción.

Aunque no se posee en el momento el detalle específico de los equipos, de la instrumentación ni de los niveles de producción tanto del alcohol como de la vinaza y el CO₂, se considera que para efectos de un estimativo general se pueden utilizar cifras que están siendo manejadas en la actualidad por los ingenios y SUCROMILES, las cuales deberán ser revisadas y ajustadas más adelante de acuerdo con la ingeniería de detalle y otras especificaciones que el proveedor o fabricante de los equipos lleguen a suministrar en las propuestas correspondientes.

Dependiendo de los avances en diseño, automatización y reducción de formación de incrustaciones, el costo de los equipos pueden llegar a ser de 20 millones de dólares sin incluir terrenos y obras civiles que pueden estar alrededor de 4 millones de dólares ni la caldera y turbogenerador con un costo de 8 millones de dólares.

4.3.6.1 Costos de la planta.

Para establecer de una manera aproximada los costos de la planta se consideró la siguiente alternativa para la producción del alcohol anhidro: proceso fermentación discontinuo, a utilización de una serie de evaporadores en los cuales la vinaza se concentraría desde 7% hasta 30-35% de sólidos y el vino de 8 a 11% (v/v) aproximadamente, posteriormente los vinos irían a la columna rectificadora donde alcanzarían el 96% v/v y finalmente al proceso de deshidratación utilizando tamices moleculares donde se obtendría el alcohol anhidro (99.6% p/p). Se considera que la vinaza concentrada se incineraría. El costo aproximado para llevar a cabo el proceso anterior sería:

Cuadro 19. Costos estimados de una planta para la producción de 220.000 litros de alcohol anhidro/día.

Procesos	Costo en millones de US\$
Prefermentación y fermentación, destilación y deshidratación	8
Concentración de vinaza	5.3
Incineración de la vinaza	6
Torre de enfriamiento y tratamiento de agua	1
Obras civiles	5
COSTO TOTAL	25.3

Nota: los costos anteriores no incluyen la caldera y el turbogenerador, pues se parte del supuesto que los requerimientos de vapor y energía eléctrica serían suministrados por el ingenio al lado del cual está ubicada la planta, bajo el escenario de que el ingenio reduciría su producción de azúcar en lo equivalente a las 3400 toneladas de caña día que se requieren en la planta de alcohol (ver cuadro 10 p.47).

Para efectos de establecer el costo de producción de un galón de alcohol, se va a considerar que la planta se deprecia en un término de 10 años.

Estos datos serán tenidos en cuenta en el capítulo 6 de simulación económica.

5 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La mezcla de etanol y gasolina sirve para reducir la contaminación en el ambiente urbano. De acuerdo con el modelo de la Asociación de Protección Ambiental (EPA), la adición del 6% en volumen de etanol en la gasolina reduciría las emisiones tóxicas en un 9%, con menor reducción del óxido de nitrógeno (Nox) y compuestos orgánicos volátiles; las emisiones de monóxido de carbono (CO₂) serían altamente disminuidas.

Desde el punto de vista ambiental, los estudios realizados dentro del proyecto de promoción de alcohol carburante, demuestran claramente, las ventajas del uso del etanol carburante como factor de reducción de la contaminación atmosférica urbana.

Cuadro 20. Valoración de impacto en las emisiones debido al uso de alcohol etílico anhidro como aditivo de la gasolina en Bogotá.

COMBUSTIBLE	CO ₂	HC	Nox
Gasolina	419.8	35.8	12.6
Gasolina + Etanol 5%	390.4	34.7	12.8
Gasolina + Etanol 10%	365.2	33.6	12.2
Gasolina + Etanol 22%	251.9	21.5	13.9

Por lo tanto si se oxigenaran las gasolinas con un 6% de etanol para la ciudad significaría reducir:

- ? En un 16.2 % las emisiones de CO₂, esto es, se dejarían de emitir cerca de 142.800 Toneladas de CO₂ al año.
- ? En un 12% las emisiones de HC, es decir no se emitirían cerca de 4.260 Toneladas de HC por año.

Las estimaciones del JICA (Japan International Cooperation Agency) indican que si se oxigenara con un 6% las gasolinas de la ciudad de Bogotá D.C., sería semejante a que no se encendieran cerca de 51.000 vehículos en el año. Si se proyecta este cálculo a nivel nacional, estimando un parque automotor de cerca de 2.5 millones de vehículos, equivaldría a que dejaran de circular cerca de 203.000 vehículos en el año.

5.1 REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS PÚBLICOS

Agua.

Para suplir las necesidades de agua en el proceso productivo, el suministro se hará con agua de pozo profundo.

Las unidades y etapas de tratamiento que conforman la planta son las siguientes:

- ? Tanque de almacenamiento de agua industrial
- ? Torre de aireación
- ? Precloración
- ? Floculación
- ? Sedimentación
- ? Filtración
- ? Desinfección
- ? Almacenamiento de agua potable
- ? Distribución.

Energía.

El vapor y la energía eléctrica requerida por la planta será comprará a precios comerciales a los ingenios, quienes poseen la infraestructura necesaria para generar la Energía Eléctrica que le permite auto - abastecerse y cogenerar 20 MW, de los cuales coloca 9.9 MW en el sistema de interconexión nacional.

Cuadro 21. Consumo de energía

INSUMOS	A partir de Jugos Kg./m3 de alcohol.	A partir de la melaza Kg./m3 de alcohol.
	FUENTES VARIAS	SUCROMILES
Vapor	4.700 – 5.200 (Concentrado de Vinaza)	6.200 (No concentran vinaza)
Energía Eléctrica	270 KWH/m3 (Concentrando la Vinaza)	120 KW/m3 (Sin concentración de la vinaza)

Fuente: Sherman, PRAJ 2.000

Sucromiles 2.000

Alcantarillado.

La planta de producción de alcohol anhidro construirá la red de alcantarillado sanitario, pluvial e industrial requeridos para su funcionamiento.

Residuos Sólidos.

Los residuos sólidos generados en el proceso industrial son: Lodos de levadura, cenizas de calderas y de vinazas, residuos domésticos, incrustaciones, chatarra y material reciclable.

5.2 IDENTIFICACION, EVALUACION Y CLASIFICACION DE EFECTOS AMBIENTALES.

5.2.1 Aspectos Físicos.

5.2.1.1 Topografía y Drenaje.

La zona de influencia de la planta de producción de alcohol anhidro se localizará sobre la parte plana del valle geográfico del Río Cauca y las estribaciones de la Cordillera Central, aproximadamente entre los 1000 y 1100 msnm. Se destacan en esta zona, las hoyas hidrográficas de los ríos Palo, La Paila, Güengüé y Desbaratado, formados sobre la margen Occidental de la Cordillera Central.

5.2.1.2 Geología y Geomorfología.

El Valle del Río Cauca es una depresión entre las cordilleras Occidental y Central, que ha sido rellenada por sedimentos lacustres, aluviales y volcánicos, consistentes estos últimos principalmente en ceniza volcánica.

Debido a movimientos tectónicos, la depresión del Cauca se convirtió en un lago durante varias épocas geológicas. Restos de la siguiente sedimentación lacustre se encuentran en distintos sitios y niveles en forma de terrazas o de colinas bajas. La mayor extensión la ocupan los sedimentos aluviales del Halconeo, mezclados con cenizas volcánicas.

El piso del valle geográfico está dominado por la formación Valle o piso del Valle, formado por sedimentos de acumulación fluvial.

En la medida en que se van produciendo las emergencias de las cordilleras, el valle se va estrechando hasta llegar a la conformación actual. La Llanura actual del Río Cauca es relativamente estrecha debido a que los abanicos y planicies aluviales que se encuentran en ambos lados han avanzado considerablemente hacia el río y por lo tanto, han sepultado los sedimentos. Es muy común encontrar en la parte baja de los abanicos y en las planicies aluviales un horizonte enterrado, por lo regular de textura pesada (a rcillosa), generalmente en los basines.

5.2.1.3 Suelos.

La clasificación de los suelos de la zona donde estará ubicada la planta productora de alcohol anhidro, corresponde a la Consociación Líbano (LB). Esta unidad comprende suelos localizados al sur del Valle geográfico del río Cauca, en jurisdicción de los municipios de Florida, Miranda, Caloto y Puerto Tejada, principalmente. Los suelos se han desarrollado a partir de sedimentos aluviales gruesos o moderadamente finos; el relieve es plano con pendientes de 0 a 1% sin evidencias de erosión; el drenaje natural se encuentra en buenas condiciones. La unidad está representada por el conjunto Líbano, cuyos suelos corresponden a los explayamientos de los afluentes del río Cauca, los cuales se han desarrollado a partir de sedimentos aluviales, de texturas francoarenosas a arenosas. Son suelos profundos, con estructura débil en el horizonte y sin estructura en el subsuelo y presentan pedregosidad superficial localizada.

Químicamente son suelos de relación calcio-magnesio normal, capacidad catiónica de cambio mediana a baja, saturación total alta y muy alta y reacción ligeramente ácida a neutra.

La clasificación taxonómica se fundamenta en la presencia de epipedón mólico, ausencia de horizontes diagnósticos superficiales, régimen de humedad del suelo údico, y saturación de bases mayor del 50% en el perfil.

5.2.1.4 Climatología.

En la zona donde se localizaría la planta productora de alcohol anhidro convergen las circulaciones atmosféricas de ambos hemisferios. Según la circulación general de los vientos, la presencia de zonas de alta presión sobre los subtrópicos, así como fuentes de masas de aire y la franja ecuatorial de baja presión atmosférica, conducen a las corrientes predominantes del alisio del NE y del alisio del SE, distorsionados en su movimiento por la fuerza denominada de Coriolis o de rotación de la tierra. Climatológicamente las características principales del tiempo reinante se pueden relacionar con el traslado periódico de todo sistema de circulación Intertropical, que ocurre en sincronización con el movimiento aparente del sol, determinando en esta forma de posición media de la ZCI (la zona de convergencia Intertropical).

Los parámetros predominantes de la climatología para el presente proyecto son la temperatura, los vientos y la precipitación, los cuales se tratan a continuación

5.2.1.5 Temperatura.

El Valle geográfico es un plano de pendiente suave, cuya altura promedio es de 1000 msnm., asentado entre las cordilleras Occidental y Central, las cuales ejercen marcada influencia en la variación de la temperatura. En general puede considerarse una temperatura promedio aproximadamente constante y cuyo valor oscila alrededor de los 23.7 grados C.

La humedad relativa está en función directa con la precipitación pluvial durante el año, y es de mucha importancia porque condiciona en gran parte la evapotranspiración, es decir, que a mayor saturación del aire, la evapotranspiración será menor y, por consiguiente, a pesar de presentarse poca lluvia en algunos sitios, el agua es aprovechada al máximo por el suelo y las plantas; por el contrario, a un valor bajo de humedad relativa puede producirse indirectamente mucha pérdida de agua por evapotranspiración.

5.2.1.6 Vientos.

Los vientos predominantes provienen del SW los cuales producen circulaciones locales con aumento de nubosidad y precipitación hacia la zona sur, donde se encuentra ubicado el Municipio de Miranda. A su vez, la velocidad del viento varía desde la calma en las primeras horas del día, aumentando las velocidades en las horas de la tarde; y en las horas de la noche la velocidad disminuye considerablemente.

5.2.1.7 Precipitación.

En esta zona, los cinco primeros meses del año son relativamente lluviosos. La precipitación mensual oscila, en promedio, entre el 6% y el 12% de la precipitación anual en el período enero - mayo; el período junio - agosto se registra como el más seco del año. En los últimos cuatro meses se presentan las mayores cantidades de lluvia, cuyos promedios varían desde el 7.1% al 15% de la precipitación anual, caracterizándose el mes de octubre por ser el de mayores precipitaciones en el año.

5.2.1.8 Hidrología.

La corriente principal que recorre el valle en dirección sur-norte es el río Cauca, que presenta una pendiente muy suave con muchos meandros en su recorrido. Entre los principales tributarios del río Cauca en la zona del proyecto, se encuentran:

- ? Afluentes al occidente del río, provenientes de la Cordillera Occidental: Guachinte, Claro y Jamundí.
- ? Afluentes al oriente del río, provenientes de la Cordillera Central: Palo, La Paila Süengüé y Desbaratado.

La corriente superficial más importante que discurre por el lugar, es el río Desbaratado. Esta corriente superficial, no recibiría ninguna descarga superficial del área donde se encuentra la planta de producción.

El área es cruzada por una red de caños, canales y zanjones, algunos de ellos son naturales, pero la mayoría son modificados, rectificados o construidos como obras de drenaje e irrigación, a donde se verterían los efluentes tratados de la planta, para finalmente llegar al río Cauca.

Los drenajes superficiales de aguas lluvias y los vertimientos del proyecto como efluentes del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales y domésticas se conducirían al Zanjón Santa Ana, posteriormente, éste descargaría las aguas al Zanjón Rico, quien entrega sus aguas al Zanjón Oscuro para finalmente a través de éste descargar al río Cauca.

5.2.2 Aspectos Biológicos.

5.2.2.1 Vegetación.

Según la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo por el sistema de Holdridge, el área de interés del presente proyecto corresponde a Bosque Tropical Seco (Bs -T) y Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm). La situación andina del Bosque Húmedo Premontano se refleja en la variedad de paisajes geomorfológicos que sus terrenos muestran: valle aluviales, ríos con cuencas de arrugadas topografías, lomerías y laderas, desde suavemente inclinadas hasta fuertemente quebradas.

La vegetación original ha sido profundamente modificada como resultado del hecho de haber sido estas áreas explotadas por el hombre en una forma intensiva; quizá, no se vea ya un monte nativo de apreciable tamaño. Las áreas del Bosque Húmedo Premontano han sufrido una intensiva explotación por muchos años con cultivos de café, plátano, frijol, maíz, hortalizas, cítricos y principalmente caña de azúcar.

Las tierras planas y de suaves declives permiten el desarrollo de cultivos intensivos y el clima es favorable para planes de reforestaciones en los sitios más pendientes o en áreas de hoyas hidrográficas.

La vegetación natural del área es prácticamente inexistente; sólo se encuentran algunos reductos de ella en sitios cercanos a los ríos. Se observan rodales aislados de algunas especies maderables y otras pacas naturales, ya que el resto del área se encuentra cubierta de caña de azúcar y algunos cultivos como sorgo, frijol, algodón, arroz, tomate, yuca, algunos frutales y pastos.

5.2.2.2 Fauna.

Debido a la intervención del hombre en el hábitat natural, muchas especies antes comunes en la región del proyecto son raras en la actualidad y sólo unos pocos ejemplares se encuentran aún en las zonas de plantaciones industriales.

Las principales aves que se aprecian en el área se presentan en el siguiente cuadro

Cuadro 22. Aves en vías de extinción

Nombre Común	Nombre Científico
Garcita de Ganado	Bubulcus Ibis
Garza Blanca	Casmerodius Albus
Codorníz	Colinus Cristatus
Naquiblanca	Zeneida auriculata
Torcacita	Columbigallina talpacoti
Chamón	Crotofaga ani
Golondrina	Notiochelidón cyanoleuca

5.3 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

5.3.1 Programa Manejo Recurso Agua.

5.3.1.1 Sistema de circuito cerrado con Torres de Enfriamiento.

Se contará con dos torres de enfriamiento entre 1500 y 2000 m^3/h , para los procesos de fermentación y destilación. Con la instalación de los circuitos cerrados se reducirá el consumo de agua para la refrigeración de los diferentes equipos y se evitará verter agua contaminada por calor a una corriente superficial.

5.3.1.2 Sistema de Tratamiento de Vinazas.

El tratamiento de vinazas considerado como ambientalmente más favorable consiste en concentrarlas a un 35% de sólidos y a partir de este material elegir entre las siguientes opciones de manejo y disposición:

- ? Como Compost, ó como base para alimento animal utilizándola en la elaboración de bloques nutricionales.
- ? Incineración. La vinaza al 35% de sólidos se concentra hasta el 60% y posteriormente se incinera en un horno para obtener ceniza rica en potasio y calcio que puede ser utilizada como fertilizante. Sin embargo, es necesario realizar un estudio de mercado para saber si existe la suficiente demanda por lo producido.

5.3.1.3 Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales y Domésticas.

Las aguas servidas se enviarán al sistema de tratamiento del ingenio adjunto.

5.3.2 Programa Manejo Recurso Aire falta planta de recuperación de CO2

- ? Emisiones de material particulado en Calderas para generación de vapor y horno incinerador de vinazas: Se instalarán sistemas de retención de partículas.
- ? Emisiones de Gas Carbónico en el proceso de Fermentación: Para evitar su emisión a la atmósfera se recuperará a través de una planta de licuefacción del gas o por formación de sales carbonatadas ($CaCO_3$).

5.3.3 Programa de Residuos Sólidos.

5.3.3.1 Residuos sólidos industriales y domésticos.

Los principales residuos sólidos que se generarían en el proceso productivo y su disposición se relacionan a continuación:

Cuadro 23. Principales residuos sólidos que se generarían en el proceso productivo

Descripción de Residuo sólido	Unidad	Cantidad	Manejo del Residuo	Sitio de disposición
Lodos de Levadura	T/año	360	Compostaje	Campo
Cenizas (Vinazas)	T/año	72.000	Relleno y adecuación de suelos	Campo y recuperación terrenos de galpones
Residuos Domésticos	T/año	18	Relleno	Relleno Campo
Chatarra	T/año	70	Comercialización	Industria Metalúrgica
Polietileno y Polipropileno	T/año	2	Separación, Clasificación, almacenamiento y Venta	Industria de Reciclaje
Virutas y limallas de acero	T/año	2	IDEM	Industria Metalúrgica
Canecas Plásticas	Un/año	1.440	IDEM	Industria de Reciclaje

Las cenizas son los residuos sólidos no -combustibles generados en las operaciones de la caldera y en el horno de incineración de la vinaza. Su naturaleza y composición química son diversas y están en función de la composición del combustible y de la vinaza. Las cenizas de calderas están constituidas principalmente por óxidos metálicos y sulfatos de dichos metales.

5.3.3.2 Programa de Reciclaje.

Los residuos sólidos generados en el proceso productivo se clasificarán de acuerdo con su utilización en reutilizables, reciclables, biodegradables y materiales para disposición final.

Teniendo como base la clasificación de los residuos sólidos, se realizará una capacitación en manejo y aprovechamiento de dichos residuos y se dotará a la planta de producción de la infraestructura requerida para realizar una campaña de reciclaje.

5.3.4 Programa de Señalización.

El programa de señalización tiene como objetivo identificar elementos, materiales, situaciones que determinen y/o prevengan riesgos que puedan causar accidentes o enfermedades profesionales.

La señalización debe atraer la atención, dar a conocer un mensaje, ser clara y de identificación

única e inequívoca, informar sobre la conducta a seguir y se deben dar las condiciones para que realmente se cumpla.

5.3.5 Proyecto Paisajístico.

Las instalaciones de la planta de producción de alcohol se adecuarán con plantas ornamentales y arborización para propiciar un ambiente de trabajo armonioso que genere empatía con el medio ambiente y propicie además, áreas de descanso por fuera de las jornadas de trabajo.

5.4 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

5.4.1 Vertimientos Líquidos.

Los Vertimientos Líquidos generados en el proceso productivo se tratarán en el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales del ingenio adjunto y a través de los sistemas de recirculación de aguas propios de la planta de producción de alcohol.

El seguimiento y monitoreo del sistema se realizará con el personal operario del ingenio y se seguirán las medidas establecidas para su control.

Con el monitoreo se determinarán las cargas del efluente industrial de la planta de producción de alcohol y los contaminantes en cada etapa del proceso para tomar las medidas correctivas en caso de ser necesario.

5.4.2 Emisiones a la atmósfera.

La planta contará con un horno incinerador, al cual se le evaluará la emisión de gases y partículas mediante muestreos isocinéticos conforme la autoridad ambiental lo establezca.

En el muestreo isocinético, los parámetros que se determinarán son: temperatura, presión absoluta, humedad, velocidad, flujo de gases y presencia de gases tales como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂).

5.4.3 Residuos Sólidos.

5.4.3.1 Cenizas.

Las cenizas del horno incinerador se transportarán hasta tolvas de almacenamiento y cargarán a las volquetas, seguidamente se registrará el peso del material retirado. Se llevará un registro del retiro de ceniza y el sitio donde fue dispuesto.

5.4.3.2 Compostaje.

Si la alternativa de tratamiento de la vinaza concentrada, fuera el compostaje, se controlarían los siguientes parámetros: pH, humedad, temperatura, niveles de nitrógeno y fósforo. Para el control de la posible contaminación de las aguas subterráneas se deben construir pozos de monitoreo aledaños a la planta de compostaje. La calidad del agua se debe controlar haciéndole seguimiento al pH y a la Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Si existen pozos profundos para el suministro de agua para consumo, se tomarán mensualmente

muestras para determinar: pH, Demanda Química de Oxígeno (DCC), sílice, alcalinidad, dureza, cloruros, fosfatos y otros requeridos de acuerdo a su uso (industrial o humano).

5.4.3.3 Residuos Reciclables.

Con el programa de reciclaje se recuperarán y clasificarán los materiales reutilizables y reciclables en una bodega para tal fin. Posteriormente con la venta de los materiales recuperados se obtendrá el registro de éstos.

6 MODELO DE SIMULACION FINANCIERA PARA UNA PLANTA DE ALCOHOL

Como una etapa final del análisis propuesto sobre la viabilidad de un proyecto sobre alcohol anhidro, se plantea a continuación un modelo de simulación financiera a 10 años. Se obtuvo la información necesaria, se sistematizó y proyectó en cuadros con el interés de determinar la potencial rentabilidad de este proyecto.

Se inicia con la presentación de un cuadro que contiene la información macroeconómica considerada en el modelo. Continúa con un cuadro informativo sobre datos básicos del mercado, datos básicos de producción, proyección de costos y gastos de administración, se consideró el impuesto sobre la renta. Finalmente, se proyectó el estado de resultados en donde se consolida toda la información y se calcula la rentabilidad esperada.

Las proyecciones se apoyaron en los cálculos realizados en la proyección de la demanda de gasolina a nivel regional con un porcentaje de mezcla del 10% de alcohol anhidro. Se considera la inversión inicial fija en la planta con un valor estimado de US\$25.300 MM financiado con un crédito en dólares a 7 años con un periodo de gracia para intereses de 2 años.

Este modelo permite hacer un acercamiento a su realidad financiera pero requiere ajustes en cuanto a nuevas alternativas de equipos y/o tecnologías que permitan efectuar una comparación entre diferentes alternativas de inversión. En la actualidad, existe una comisión de intercambio de información en Brasil y otra en Australia, cuyo objetivo es actualizar la información de las investigaciones realizadas en el país y en una fecha que está pendiente por confirmar, en el transcurso del año 2003, se realizará el segundo simposio sobre alcohol carburante.

Cuadro 24. Variables del modelo de simulación financiera

CUADRO DE RESUMEN: VARIABLES DEL MODELO DE SIMULACIÓN FINANCIERA

	REF.	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Precio internacional del azúcar	US\$ / lb	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110
Precio equivalente FOB Ingenio (1)	US\$ / lb			0.104	0.104	0.105	0.105	0.105	0.105	0.106	0.106	0.106
Precio venta alcohol	US\$ / Gl			1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Precio venta alcohol	\$ / Gl			4,167	4,391	4,626	4,874	5,136	5,411	5,702	6,008	6,326
Precio venta alcohol	US\$ / lt			0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Precio venta alcohol	\$ / lt			1,102	1,161	1,223	1,289	1,358	1,431	1,507	1,588	1,673
Costo de producción	US\$ / Gl			1.32	1.33	1.34	1.36	1.38	1.39	1.41	1.43	1.45
Costo de producción	\$ / Gl			3,235	3,435	3,646	3,899	4,169	4,424	4,729	5,053	5,396
Costo total	US\$ / Gl			1.59	1.6	1.59	1.58	1.57	1.56	1.55	1.53	1.51
Costo total	\$ / Gl			3,897	4,132	4,326	4,530	4,743	4,965	5,198	5,406	5,639

Cuadro 25. Datos básicos generales y del mercado

MODELO DE SIMULACION FINANCIERA												
BASE	REF.	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
DATOS BÁSICOS GENERALES												
Inflación												
Interna	%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%
Externa	%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%
Tasa de Interés												
Interna	%	5.37%	5.37%	5.37%	5.37%	5.37%	5.37%	5.37%	5.37%	5.37%	5.37%	5.37%
Tasa de Cambio Inicial	\$/US\$	2.150	2.265	2.387	2.515	2.650	2.792	2.942	3.100	3.266	3.441	3.626
Tasa de Cambio Final	\$/US\$	2.265	2.387	2.515	2.650	2.792	2.942	3.100	3.266	3.441	3.626	3.811
Tasa de Cambio Promedio	\$/US\$	2.208	2.326	2.451	2.582	2.721	2.867	3.021	3.183	3.354	3.533	3.721
Capacidad de Pn. Anual												
Activa	%	15.56%	15.56%	15.56%	15.56%	15.56%	15.56%	15.56%	15.56%	15.56%	15.56%	15.56%
Impuestos												
Venta	%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
Industria y Comercio	% S/Ventas	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Presuntiva	%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Datos de Mercado												
Capacidad de Pn. Anual	M lts/año	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
DATOS BÁSICOS DEL MERCADO												
Consumo nacional de gasolina	M lts	18.692	19.440	20.217	21.026	21.867	22.742	23.651	24.598	25.581	26.605	27.666
Consumo en el Valle de gasolina	M lts	2.376	2.471	2.570	2.673	2.780	2.891	3.007	3.127	3.252	3.382	3.517
Crecimiento anual	%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Tarifa de mezcla de etanol	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Producción de etanol	M lts	238	247	257	267	278	289	301	313	325	338	351
Consumo de etanol	M lts	0	0	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costo del etanol	US\$ Gl	0.00	0.00	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
Costo del etanol	\$ lit	0.00	0.00	1.100.69	1.159.74	1.221.96	1.287.52	1.356.59	1.429.37	1.506.06	1.586.86	1.671.71
Costo del bagazo	\$ Tn	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Costo de la vinaza	US\$ Tn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 26. Datos básicos de producción

MODELO DE SIMULACION FINANCIERA

COSTO BASE	REF.	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
3. DATOS BASICOS DE PRODUCCION											
Caña											
Rendimiento	lt Alcohol / Tn	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6
Rendimiento	Kg azúcar / Tn caña	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Precio del azúcar	US\$ lb	\$0.11	\$0.11	\$0.11	\$0.11	\$0.11	\$0.11	\$0.11	\$0.11	\$0.11	\$0.11
Producción miel final	Kg / Tn	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Precio de la miel final	\$ / Kg	\$80	\$80	\$80	\$80	\$80	\$80	\$80	\$80	\$80	\$80
Producción excedente bagazo	% caña	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Costo de CAT	\$ / Tn caña	\$16.558	\$17.883	\$19.313	\$20.858	\$22.527	\$24.329	\$26.275	\$28.378	\$30.648	\$33.100
Miel											
Rendimiento de la miel	lt Alcohol / Tn	255.1	255.1	255.1	255.1	255.1	255.1	255.1	255.1	255.1	255.1
Rendimiento del jugo	lt Alcohol / 1000 lt jugo										
Mezcla											
% producido con jugo	%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
% producido con mieles	%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
% materia prima caña				88.9%	88.9%	88.9%	88.9%	88.9%	88.9%	88.9%	88.9%
% materia prima miel				11.1%	11.1%	11.1%	11.1%	11.1%	11.1%	11.1%	11.1%
Vinaza											
Kg de vinaza por lt de alcohol	Kg / lt	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Servicios											
Vapor, energía, agua	\$ / lt alcohol	\$61.8	\$66.7	\$72.1	\$77.9	\$84.1	\$90.8	\$98.1	\$105.9	\$114.4	\$123.5
Otros materiales											
Otros	\$ / lt alcohol	\$79.5	\$85.9	\$92.7	\$100.1	\$108.2	\$116.8	\$126.2	\$136.2	\$147.1	\$158.9
Personal											
Prestaciones y aportes	%	52%	52%	52%	52%	52%	52%	52%	52%	52%	52%
M.O.D.	#	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
Salario promedio	M\$ / mes	\$370.0	\$399.6	\$431.6	\$466.1	\$503.4	\$543.7	\$587.1	\$634.1	\$684.8	\$739.6
M.O.I.	#	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Salario promedio	M\$ / mes	\$1,375.00	\$1,485.00	\$1,603.80	\$1,732.10	\$1,870.67	\$2,020.33	\$2,181.95	\$2,356.51	\$2,545.03	\$2,748.63
Mantenimiento											
Mantenimiento	\$ / lt alcohol	\$55.2	\$59.6	\$64.4	\$69.5	\$75.1	\$81.1	\$87.6	\$94.6	\$102.2	\$110.3
Depreciación											
Edificaciones	años	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Maquinaria y equipo	años	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Otros gastos de fabricación											
Molienda y jugo	\$ Tn caña	\$5,519.0	\$5,960.5	\$6,437.4	\$6,952.4	\$7,508.5	\$8,109.2	\$8,758.0	\$9,458.6	\$10,215.3	\$11,032.5

Cuadro 27. Datos básicos de admón., ventas y del balance

MODELO DE SIMULACION FINANCIERA											
COSTO BASE	REF.	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
4. DATOS BASICOS DE GASTOS DE ADMON. Y VENTAS											
Personal											
Prestaciones v aportes	%	52%	52%	52%	52%	52%	52%	52%	52%	52%	52%
Admon. Y ventas	#	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Salario promedio	M\$ / mes	\$1.464.0	\$1.581.1	\$1.707.6	\$1.844.2	\$1.991.8	\$2.151.1	\$2.323.2	\$2.509.0	\$2.709.8	\$2.926.5
Gastos Generales											
Honorarios, seguros, vigilancia, correo, gastos de viajes, papeleria, etc.	% S / Ventas	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
5. DATOS BÁSICOS DEL BALANCE											
Inversión fija											
Valor construcciones	M US\$	\$4.400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor maquinaria y equipo	M US\$	\$20.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capital de Trabajo											
Caia	dias / costo ventas	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Deudores comerciales	dias / ventas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Deudores varios	dias / ventas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Inventario producto terminado	dias / ventas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Inventario repuestos y materiales	dias / costo ventas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Proveedores	dias / costo ventas	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Cuentas por pagar	dias / costo ventas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Prestaciones sociales X pagar	% gastos de personal	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Dividendos	% utilidad neta	25%	25%	25%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Créditos											
Capital	M US\$	\$0	\$2.642	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Crédito	M US\$	\$18.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Plazo	años	7									
Periodo de gracia	años	1									
Interés	US\$ %	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
Crédito + intereses de 2 años	M US\$		\$21.370								
Flete del azúcar Caribe - Col	US\$ Tn	\$25	\$25	\$25	\$25	\$25	\$25	\$25	\$25	\$25	\$25

Cuadro 28. Cálculo de costos y gastos de la simulación

CALCULO DE COSTOS DE LA SIMULACION FINANCIERA												
COSTOS DE PRODUCCIÓN	REF.	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Caña												
Caña consumida	M / Tn			856	856	856	856	856	856	856	856	856
Precio de caña	\$ / Tn	\$46.003	\$48.908	\$51.996	\$55.280	\$58.771	\$62.482	\$66.428	\$70.622	\$75.082	\$79.823	\$84.823
Costo de la caña	MM \$			\$44.508	\$47.318	\$50.306	\$53.483	\$56.861	\$60.451	\$64.269	\$68.327	\$72.672
Miel												
Miel consumida	M / Tn			106	106	106	106	106	106	106	106	106
Precio de miel	\$ / Tn			\$80	\$80	\$80	\$80	\$80	\$80	\$80	\$80	\$80
Costo de miel	MM \$			\$8.467	\$8.467	\$8.467	\$8.467	\$8.467	\$8.467	\$8.467	\$8.467	\$8.467
Otros												
Otros materiales	MM \$			\$8,346	\$9,013	\$9,734	\$10,513	\$11,354	\$12,262	\$13,243	\$14,303	\$15,433
Total Materia Prima	MM \$			\$61,321	\$64,799	\$68,508	\$72,464	\$76,682	\$81,181	\$85,979	\$91,097	\$96,572
Personal												
M.O.D.	MM \$	0	0	\$223	\$241	\$260	\$281	\$303	\$327	\$353	\$382	\$412
M.O.I.	MM \$	0	0	\$308	\$333	\$359	\$388	\$419	\$452	\$489	\$528	\$568
Prestaciones y aportes	MM \$	0	0	\$276	\$298	\$322	\$348	\$375	\$405	\$438	\$473	\$509
Total Personal		\$0	\$0	\$807	\$871	\$941	\$1,016	\$1,097	\$1,185	\$1,280	\$1,382	\$1,489
Otros costos de producción												
Servicios	MM \$	0	0	\$6,488	\$7,007	\$7,567	\$8,172	\$8,826	\$9,532	\$10,295	\$11,118	\$11,999
Mantenimiento	MM \$	0	0	\$5,795	\$6,258	\$6,759	\$7,300	\$7,884	\$8,514	\$9,195	\$9,931	\$10,723
Costo de molienda y jugo	MM \$	0	0	\$5,510	\$5,951	\$6,427	\$6,941	\$7,497	\$8,096	\$8,744	\$9,444	\$10,197
Total Otros Costos		\$0	\$0	\$17,792	\$19,216	\$20,753	\$22,413	\$24,206	\$26,143	\$28,234	\$30,493	\$32,923
COSTO TOTAL DE VENTA	MM \$	\$0	\$0	\$79,920	\$84,886	\$90,202	\$95,893	\$101,986	\$108,509	\$115,494	\$122,973	\$130,984
GASTOS DE ADMINISTRACION												
Salarios	MM \$	0	0	\$574	\$620	\$669	\$723	\$781	\$843	\$910	\$983	\$1,061
Prestaciones sociales	MM \$	0	0	\$298	\$322	\$348	\$376	\$406	\$438	\$473	\$511	\$551
Total Gastos de Personal	MM \$	0	0	\$872	\$942	\$1,017	\$1,099	\$1,186	\$1,281	\$1,384	\$1,495	\$1,612
Impuesto de Industria v Comercio	MM \$	0	0	\$992	\$1,045	\$1,101	\$1,160	\$1,222	\$1,288	\$1,357	\$1,429	\$1,503
Otros gastos de admon.	MM \$	0	0	\$4,958	\$5,224	\$5,504	\$5,799	\$6,110	\$6,438	\$6,783	\$7,147	\$7,529
Total Gastos de Admon.		\$0	\$0	\$6,821	\$7,210	\$7,622	\$8,058	\$8,519	\$9,007	\$9,524	\$10,071	\$10,642
Cartera												
Deudores comerciales	MM \$											
Impuestos												
impuesto de renta	MM \$											
Sub productos												
Vinaza producida (deshidratada)	M Ka			126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000
Bagazo sobrante	M / Tn											

Cuadro 29. Estado de Resultados proyectado

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO - SIMULACION FINANCIERA										
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ventas en volumen de alcohol	0	0	90	90	90	90	90	90	90	90
Precio de venta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio de venta	0	0	1,102	1,161	1,223	1,289	1,358	1,431	1,507	1,588
Venta de subproductos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventas Totales	0	0	99,152	104,471	110,076	115,982	122,204	128,760	135,668	142,947
Costo de caña	0	0	44,508	47,318	50,306	53,483	56,861	60,451	64,269	68,327
Costo otros materiales	0	0	8,346	9,013	9,734	10,513	11,354	12,262	13,243	14,303
Costo de personal	0	0	807	871	941	1,016	1,097	1,185	1,280	1,382
Servicios	0	0	6,488	7,007	7,567	8,172	8,826	9,532	10,295	11,118
Mantenimiento	0	0	5,795	6,258	6,759	7,300	7,884	8,514	9,195	9,931
Depreciación	0	0	5,233	5,233	5,233	5,233	5,233	5,233	5,233	5,233
Costo molienda y juugo	0	0	5,510	5,951	6,427	6,941	7,497	8,096	8,744	9,444
Costo Total de Producción	0	0	76,685	81,651	86,968	92,659	98,751	105,275	112,259	119,738
Utilidad Bruta	0	0	22,466	22,820	23,108	23,323	23,453	23,486	23,409	23,209
Margen Bruto	0.0%	0.0%	22.7%	21.8%	21.0%	20.1%	19.2%	18.2%	17.3%	16.2%
Gastos de Admón. Y Ventas	\$0	\$0	\$6,821	\$7,210	\$7,622	\$8,058	\$8,519	\$9,007	\$9,524	\$10,071
Utilidad Operacional	\$0	\$0	\$15,645	\$15,609	\$15,487	\$15,265	\$14,934	\$14,479	\$13,885	\$13,137
Margen de Utilidad Operacional	0%	0%	15.8%	14.9%	14.1%	13.2%	12.2%	11.2%	10.2%	9.2%
Intereses crédito principal	0	0	6,285	6,622	5,815	4,901	3,873	2,721	1,433	0
Diferencia en cambio	0	0	2,737	2,883	2,532	2,134	1,686	1,185	624	0
Otros intereses neto										
Total Gastos Financieros	0	0	9,022	9,506	8,346	7,035	5,560	3,905	2,057	0
Utilidad Antes de Impuestos	0	0	6,623	6,104	7,140	8,230	9,374	10,573	11,828	13,137
Impuesto de renta	0	0	2,318	2,136	2,499	2,881	3,281	3,701	4,140	4,598
Utilidad Neta	0	0	4,305	3,967	4,641	5,350	6,093	6,873	7,688	8,539
Dividendos	0	0	1,076	1,190	1,392	1,605	1,828	2,062	2,306	2,562

Cuadro 30. Tabla de amortización de crédito en US\$ y de diferencia en cambio

TABLA DE AMORTIACION DE CREDITOS										
PLAZO TOTAL	AÑOS	7								
PERIODO DE GRACIA	AÑOS	1								
MONTO DEL CREDITO		\$21,370								
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Tasa de interés	% US	12.0%	12.0%	12.0%	12.0%	12.0%	12.0%	12.0%	12.0%	12.0%
Tasa de interés Activa	% US	15.6%	15.6%	15.6%	15.6%	15.6%	15.6%	15.6%	15.6%	15.6%
DESEMBOLSO CRÉDITO										
Saldo Inicial	US\$	10,685	21,370	21,370	21,370	17,808	14,247	10,685	7,123	3,562
Amortización	US\$	0	0	0	3,562	3,562	3,562	3,562	3,562	3,562
Saldo final	US\$	10,685	21,370	21,370	17,808	14,247	10,685	7,123	3,562	0
Intereses	US\$	0	0	2,564	2,564	2,137	1,710	1,282	855	0
DESEMBOLO EN MONEDA LOCAL										
Saldo Inicial	MM \$	23,589	51,008	53,744	56,628	49,721	41,911	33,120	23,264	11,632
Amortizaciones	MM \$	0	0	0	9,438	9,944	10,478	11,040	11,632	11,632
Saldo final	MM \$	0	51,008	53,744	47,190	39,777	31,433	22,080	11,632	0
Intereses	MM \$	0	0	6,285	6,622	5,815	4,901	3,873	2,721	0

El crédito inicial incluye intereses de los dos primeros años que se estima dura el montaje

CALCULO DE LA DIFERENCIA EN CAMBIO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
			2,737	2,883	2,532	2,134	1,686	1,185	0

7 MARCO LEGAL

7.1 NORMAS NACIONALES

Desde el siglo pasado y aún a comienzos del actual, era usual el establecimiento de un monopolio a favor del estado, éste constituía una fórmula efectiva para arbitrar recursos fiscales. Esta herencia colonial, se ha perpetuado llegando hasta su consagración como norma constitucional, tanto en la constitución de 1886 como en la de 1991⁴².

El estado colombiano ha ejercido fundamentalmente dos tipos de monopolios fiscales como arbitrio rentístico a través de la historia: el de licores y alcoholes, y el de loterías y juegos de azar. A pesar de que en la actualidad la teoría económica contemporánea ha demostrado que es más eficiente, y se obtienen mayores recursos mediante la aplicación de impuestos específicos sobre el consumo de los bienes y servicios correspondientes, los departamentos siguen dependiendo de los impuestos generados por el monopolio.

Para que constitucionalmente sea viable la existencia de un monopolio se requieren actualmente los siguientes requisitos:

1. Que el monopolio sea de carácter estatal
2. Que sea establecido por una ley
3. Que se establezca como arbitrio rentístico con una finalidad de interés público y social y
4. Que indemnice a todos los individuos que han de quedar privados del ejercicio de la actividad, antes de entrar en vigencia la ley que lo establezca.

El monopolio estatal de alcoholes ha tenido una larga tradición histórica en la legislación colombiana. Desde el siglo pasado esta práctica se ha venido realizando y, por virtud de ella, las entidades territoriales han percibido algunas rentas que han contribuido a desarrollar su gestión administrativa. Los más relevantes antecedentes normativos del mencionado monopolio son:

- ? Decreto Legislativo 16 de 1905: Establece como arbitrio rentístico el monopolio de alcohol imponible
- ? Decreto Legislativo 41 de 1905: Contempló el régimen del monopolio sobre la producción, introducción y venta de alcoholes en forma general e indiscriminada.
- ? Ley 15 de 1905: Ratifica con el carácter de leyes permanentes de la República, varios decretos legislativos expedidos por el gobierno, entre los cuales estaban los decretos legislativos No. 16 y 41 de 1905
- ? Decreto 244 de 1906: Aclara que los licores de producción nacional que queden comprendidos en el monopolio creado por el decreto legislativo 41 de 1905, son el aguardiente de caña y sus componentes, las demás bebidas alcohólicas que produce la caña, y el alcohol cualquiera que sea la materia prima que se fabrique.
- ? Ley 8 de 1909: Esta ley cedió el producto de la renta de licores a los departamentos. En su artículo 13 señala, que la renta del alcohol imponible hace parte de las rentas cedidas a los departamentos, pero esto respetarán los contratos celebrados por el gobierno sobre privilegio para su fabricación.

⁴² Fuente: Fábrica de Licores de Antioquia: <http://www.fla.com.co/QuienSomos/Historia/historia.htm>

- ? Ley 4 de 1913: Esta ley anota como atribución especial de las Asambleas Departamentales, la de monopolizar la producción, introducción y venta de licores destilados embriagantes.
- ? Ley 84 de 1916: Esta ley levantó el monopolio estatal del alcohol imponible.
- ? Ley 12 de 1923: Reiteró que la renta de licores será administrada directamente por los departamentos.
- ? Ley 83 de 1925: Esta ley restableció el monopolio de los alcoholes imposables.
- ? Constitución de 1991: La nueva constitución reafirmó los monopolios estatales con fines rentísticos. El artículo 336 expresamente señala:

“Ningún monopolio podrá establecerse sino como arbitrio rentístico, con una finalidad de interés público o social y en virtud de una ley”

El 29 de agosto de 1979, el Gobierno Nacional expidió el decreto No. 2153 por el cual se establecieron las bases del Programa Nacional del Alcohol y se creó el Comité Nacional Asesor del programa (Ver anexo 1)

El Comité Nacional del Alcohol está presidido por el Ministro de Minas y Energía y tiene como Secretaría Coordinadora a ECOPETROL. El comité ha venido estudiando las bases del programa por medio de diversas comisiones de trabajo.

7.2 NORMAS DEPARTAMENTALES

Los Departamentos han regulado el ejercicio del monopolio de alcoholes a través de los códigos fiscales o estatutos de rentas, en los cuales se señalan las condiciones y términos de las concesiones a particulares. En los mismos se especifica que las concesiones son por tiempo limitado, y sometidas a una estricta regulación sobre equipo, calidad del producto y fijación del precio.

Existen serias restricciones y aún prohibiciones para que los particulares produzcan, distribuyan o comercialicen alcoholes potables e imposables en los departamentos del Cauca, Risaralda y Valle del Cauca. La figura de monopolio de alcoholes aparece claramente consagrada, como arbitrio rentístico, dentro de sus correspondientes códigos de rentas o estatutos fiscales.

En el Departamento del Valle del Cauca existe un claro régimen para otorgar concesiones en materia de producción, introducción, distribución y/o venta de alcoholes potables o imposables. El decreto departamental 0897 de 1992, señala que el concesionario que destile, distribuya y/o venda alcohol potable pagará al departamento como regalía por la concesión un 20% del precio de venta por cada litro de alcohol. Para el alcohol imponible, el mismo decreto señala que el concesionario que destile, distribuya y/o venda ese tipo de alcohol, pagará como regalía un 10% del precio de venta. Por cada litro de alcohol.

Un régimen similar existe en el Departamento del Cauca, pero las regalías por las concesiones son inferiores, en Risaralda parece existir la posibilidad de que otras personas intervengan en la producción, conservación, transporte y venta de alcoholes industriales con la concesión o autorización y bajo la reglamentación y control de las autoridades de rentas de ese departamento.

7.3 LA ACTUALIDAD

Recientes sentencias del Consejo de Estado han definido el tema, dejando claro que el monopolio está vigente en materia de producción de alcohol potable e imponible pero, la comercialización de

este último, es libre. Sobre este particular, la sentencia de la sección Primera de la Sala del contencioso Administrativo, del 24 de septiembre de 1998, señaló que la ley 84 de 1916, se encuentra vigente respecto de la libertad en la comercialización de alcohol imponible y de la vigilancia otorgada a las autoridades en su conservación, transporte y expendio, pero no así respecto de la libertad de producción de dicho alcohol, pues la libertad de producción fue derogada por el artículo 11 de la ley 83 de 1925, que autorizó a los departamentos a monopolizar la producción de alcohol imponible.

Sobre el tema del alcohol potable, la reciente sentencia del 11 de noviembre de 1999, del mismo tribunal administrativo, señaló que es claro que el monopolio del alcohol potable existe desde la vigencia del decreto legislativo 41 de 1990, el cual fue ratificado por la ley 15 de ese mismo año. Por lo tanto, no hay dudas sobre la existencia y vigencia del monopolio del alcohol potable en Colombia.

En colaboración estrecha con el congreso Nacional, se estudia un marco legal que, dejando intacto el monopolio estatal para el alcohol destinado al bebidas alcohólicas, perfumería, droguería y otras aplicaciones muy específicas, permitiría al sector privado participar en la elaboración del alcohol carburante. El marco legal prevé la participación del Estado (Empresas comerciales estatales, industrias licoreras, etc.), asociado con la empresa privada en sociedades de economía mixta.

Concertación de los sectores público y privado para la ejecución del plan.

La comisión, integrada por la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (ASOCAÑA) y ECOPEPETROL, estudiará la constitución de las sociedades de economía mixta que se formen para los diferentes proyectos regionales de producción de etanol. También se establecerá un comité sectorial de la industria del alcohol, cuyo objeto será desarrollar un "plan indicativo" de esta actividad, dentro de la política de economía concertada del Gobierno Nacional".

Incentivos y estímulos económicos y financieros para la producción de alcohol carburante.

Dentro de esta comisión, conformada por la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC) y la ANDI, se estudian los siguientes aspectos que influirán directamente en el interés que motivará al inversionista privado a formar parte en las sociedades que en forma integrada (agroindustria) o separada, sea en la producción de la materia prima agrícola o en la fase industrial, inicien la producción de alcohol carburante.

- ? Modalidad de compra del alcohol carburante por parte de ECOPEPETROL y manera de fijar su precio
- ? Incentivos tributarios
- ? Incentivos crediticios y financieros
- ? Marco Legal en los aspectos de tenencia de la tierra

Actualmente rige en el país, la Resolución 898 de 1995, del Ministerio del Medio Ambiente, la cual determinó las características de las gasolinas colombianas, con la finalidad de reducir y controlar la contaminación atmosférica por el uso de ese combustible en el territorio nacional. Esa resolución establece que a partir del 1 de enero del año 2001, las gasolinas en Colombia tienen que

incorporar un mínimo del 2% en peso de oxígeno, o 6% en volumen para lograr una menor contaminación.

En este sentido Colombia se ha adherido a diversos tratados internacionales, entre ellos el de Montreal en 1994, adicionalmente ha firmado, entre otros, un Convenio de Concertación Para Producción Limpia con el sector de hidrocarburos.

Cuadro 31. Requisitos de calidad de las gasolinas colombianas

PARAMETRO	UNIDAD	FECHA DE VIGENCIA		
		Enero 1º de 1996	Enero 1º de 2001	Enero 1º de 2006
1. Octanaje mínimo				
1.1 Gasolina Corriente	Índice (RON+MON)/2	81	81	81
	Índice (RON)	86	86	86
1.2. Gasolina Extra	Índice (RON+MON)/2	86	86	86
	Índice (RON)	94	94	94
2. RVP, máx.	Psia	8.5	8.1	8.1
3. Azufre, máx.	% Peso	0.10	0.05	0.03
4. Oxígeno, mín.	% Peso	-	2.0	2.0
5. Aromáticos, máx.	% Vol.	28.0	25.0	25.0
6. Benceno, máx.	% Vol.	1.1	1.0	1.0

8 MARCO CONCEPTUAL

8.1 PREGUNTAS Y RESPUESTAS SOBRE EL ETANOL

¿Qué es el combustible etanol?

El combustible etanol es un alcohol libre de agua de alto octanaje producido por la fermentación de azúcar. Se usa como un ingrediente para mezclar con la gasolina o solo para producir un combustible de alto octanaje aditivado con ether. Etanol es producido primariamente de granos o de alguna otra fuente agrícola renovable. Los beneficios del etanol incluyen mejoramiento del octanaje, y un ambiente más ecológico.

¿Cómo ayudan al ambiente las mezclas de etanol?

De acuerdo con la Asociación de Recursos Renovables del Canadá, el agregado de un 10% de etanol al combustible trae los siguientes beneficios: Reducción de un 30% de las emisiones de monóxido de carbono, entre un 6% y un 10% de reducción de las emisiones de dióxido de carbono en toda la red de producción y uso del etanol, y también una reducción en la formación de ozono.

¿Funcionan los inyectores de combustible con etanol?

El etanol nunca contribuiría a quemar o romper los inyectores de combustible. Los inyectores de combustible son fabricados con tolerancias muy exactas, por ello estos toman una pequeña cantidad de depósitos que llevan a la falla del mismo. Desde 1985, todas las mezclas de etanol y recientemente todas las gasolinas contienen detergentes como aditivos que están diseñados para prevenir depósitos en los inyectores. Estos detergentes son muy efectivos en la resolución de estos problemas de la gasolina.

¿Cómo impacta al “efecto invernadero” el uso de etanol?

El Dióxido de carbono es considerado el mayor contribuidor al calentamiento global. El etanol no agrega más dióxido de carbono a la atmósfera que la gasolina.

¿Puede ser producido etanol a menor costo que la gasolina?

El costo del etanol se redujo aproximadamente un 50% en los pasados 10 años. El uso del etanol produce menos emisiones de los autos, y puede ser producido domésticamente.

8.2 DESARROLLO SUSTENTABLE

Cuatro definiciones de Desarrollo Sustentable

1. - "desarrollo sustentable es el que satisface las necesidades presentes sin afectar la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Tiene dos conceptos claves:

El concepto de "necesidades", en especial las necesidades básicas de los pobres del mundo, a las cuales se les debe dar prioridad y La idea de límites impuestos por el estado de la tecnología y la organización social sobre la capacidad del ambiente para satisfacer las necesidades presentes y futuras

(Naciones Unidas, Comisión Brundtland)

2. - Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de las propias necesidades"
(República de Colombia, Artículo 3 ley 99 de 1995)

3. - Desarrollo humano sustentable es aquel que no solo genera crecimiento sino que distribuye equitativamente sus beneficios; que regenera el ambiente en lugar de destruirlo y que otorga poder a la gente en lugar de marginarla"
(PNUD 1994)

4. - "El objetivo de la política ambiental del salto social es avanzar gradualmente hacia el desarrollo humano sustentable, entendido como la ampliación de las capacidades de la población, a través de la formación de capital social, para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, mediante un manejo prudente del patrimonio natural, y de manteniendo abiertas al mismo tiempo sus opciones de bienestar a las generaciones futuras"
(El salto social, capítulo 7)

8.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

CLUSTER:

Se entiende por "cluster" una concentración geográfica de empresas en torno a una actividad productiva específica, en la que la competitividad de cada empresa depende directamente de la de las demás empresas así como de la eficiencia de un conjunto de organizaciones relacionadas. La noción central es que la ventaja competitiva no se genera solamente al interior de empresas individuales. Factores externos a las empresas son de importancia creciente. Políticas públicas de fomento al desarrollo productivo y la competitividad empresarial en el mundo entero se centran cada vez más en el mejoramiento de las condiciones locales externas a las empresas.

Medio Ambiente:

Lo Ambiental es la relación entre la cultura humana y su ecosistema de soporte. Por extensión, explora la relación entre grupos humanos en función de su uso de los recursos naturales y su calidad ambiental.

MELAZA:

Líquido viscoso de color castaño oscuro que se obtiene como producto secundario en la fabricación del azúcar, en especial del azúcar de caña. Las melazas son la parte no cristalizable del azúcar. Formadas por un 67% de sacarosa, junto con algo de glucosa y fructosa, las melazas se utilizan también para fabricar alcohol industrial, para cocinar y para alimentar al ganado.

ALCOHOL:

Término aplicado a los miembros de un grupo de compuestos químicos del carbono que contienen el grupo OH. Dicha denominación se utiliza comúnmente para designar un compuesto específico: el alcohol etílico o etanol. Proviene de la palabra árabe *al-kuhl*, o *kohl*, un polvo fino de antimonio que se utiliza para el maquillaje de ojos. En un principio, el término alcohol se empleaba para referirse a cualquier tipo de polvo fino, aunque más tarde los alquimistas de la Europa medieval lo utilizaron para las esencias obtenidas por destilación, estableciendo así su acepción actual.

Los alcoholes tienen uno, dos o tres grupos hidróxido (-OH) enlazados a sus moléculas, por lo que se clasifican en monohidroxílicos, dihidroxílicos y trihidroxílicos respectivamente. El metanol y el etanol son alcoholes monohidroxílicos. Los alcoholes también se pueden clasificar en primarios, secundarios y terciarios, dependiendo de que tengan uno, dos o tres átomos de carbono enlazados con el átomo de carbono al que se encuentra unido el grupo hidróxido. Los alcoholes se caracterizan por la gran variedad de reacciones en las que intervienen; una de las más importantes es la reacción con los ácidos, en la que se forman sustancias llamadas ésteres, semejantes a las sales inorgánicas. Los alcoholes son subproductos normales de la digestión y de los procesos químicos en el interior de las células, y se encuentran en los tejidos y fluidos de animales y plantas.

9 CONCLUSIONES

1. Se hace necesario el que las sociedades del mundo reconozcan la fragilidad del ecosistema y acepten que, así como se habla del consumo de recursos escasos y agotables, se debe considerar el medio ambiente con la misma óptica. La población mundial seguirá creciendo y en la misma dirección la demanda de recursos, lo que debe obligar a considerar un uso más equilibrado de los desechos contaminantes, lo cual debe ser articulado y materializado a través de mecanismos prácticos, no basta solamente con un pronunciamiento reflejado en un Protocolo, debe posibilitarse un cambio de actitud (dramático, es lo menos que puede ser) para lograr asegurar un mejoramiento en la calidad de vida.
2. Si se puede lograr una menor emisión de gases contaminantes al medio ambiente.
3. La conservación del medio ambiente no solo crea desafíos que exige altas inversiones sino que también genera importantes alternativas de negocio.
4. Existe en Colombia tanto un esquema institucional así como una legislación ambiental sólida y se ha logrado crear una fuerte conciencia frente al problema de conservación del medio ambiente atrayendo e involucrando al sector privado como actor de este escenario.
5. La producción de alcohol anhidro es factible técnicamente y su mezcla con la gasolina disminuiría considerablemente la contaminación del medio ambiente.
6. Desde hace más de un siglo la producción y venta de alcohol había sido un monopolio del estado. En la actualidad se ha expedido la ley 693 de 2001 que elimina su monopolio pero hace falta lo más importante para su puesta en marcha, **su reglamentación**. El sector privado solo podrá abordar de inversión en tecnología e infraestructura cuando el estado cree el marco jurídico y ambiental necesario y cree estímulos para su desarrollo.
7. La región del Valle del Cauca ofrece las condiciones óptimas para el desarrollo de un proyecto de alcohol carburante, posee los recursos necesarios en materias primas, las condiciones geográficas y agroclimáticas, la organización del sector, experiencia tanto en caña como en alcohol, existe una infraestructura ya instalada en ingenios y destilerías y el Fondo de Estabilización de Precios le crea estabilidad en materia de precios facilitando la proyección financiera del proyecto.
8. Dadas las condiciones de ley, existe un mercado asegurado para el consumo de alcohol carburante tanto a escala nacional como a nivel del Valle del Cauca si éste se implementara inicialmente como proyecto piloto. En el Valle del Cauca, se consumen entre 13.000 y 16.000 Barriles de gasolina al día, lo cual requeriría 260.000 litros de alcohol al día para oxigenar esta cantidad de gasolina (10%). Esto implicaría contar con 13.000 hectáreas de caña de azúcar, para suplir la demanda de alcohol. Esta área actualmente, se utiliza para producir 157.296 Toneladas de azúcar de exportación, las cuales serían sustituidas para la producción de alcohol anhidro.
9. El proyecto piloto generaría una sustitución de 157.296 toneladas anuales de azúcar de exportación permitiéndole a los ingenios la posibilidad de diversificar su portafolio de productos a mercados menos volátiles y de mayor rentabilidad.
10. El proyecto piloto serviría para determinar los costos reales en Colombia, así como también la Competitividad del mismo negocio y el alcance de los incentivos tributarios necesarios, para

que el Programa de Oxigenación de las gasolinas sea económicamente sostenible en todos los ámbitos: económico, social y ambiental.

11. De acuerdo a la simulación con un porcentaje de mezcla del 10% con alcohol anhidro, el país podría obtener un ahorro en divisas a través de la sustitución de aproximadamente US\$111 millones y el Valle del Cauca aportaría a esta cifra unos \$14 millones (datos simulados para el año 2004).
12. En cuanto a consumo de combustibles, se plantea el hecho de que se tendrá que importar a su vez mayores barriles de gasolina, lo que implica un fuerte impacto negativo en la balanza de pagos; esto justifica aún más, la necesidad de abordar proyectos de sustitución de combustibles fósiles y resalta la importancia del alcohol como una alternativa viable.
13. Financieramente el proyecto es viable y es susceptible de aumentar la rentabilidad que se calculó en el modelo de simulación con una mejor transferencia de tecnología de menor precio y aprovechar el hecho de que no se incurriría en algunos costos de infraestructura ya que existen como parte de la planta instalada de los ingenios.
14. El proyecto puede ser dividido en destilería con capacidad mínima de 100.000 lt y se sugiere que se realicen alianzas estratégicas entre los diferentes ingenios para su desarrollo, como por ejemplo: Ingenio Río Paila y el Ingenio Central Castilla, Ingenio la Cabaña con el Ingenio Mayaguez, Ingenio del Cauca con el Ingenio Providencia.
15. Es proyecto tiene un importancia tal que en la actualidad se encuentran misiones en Brasil y Australia evaluando nuevas y más económicas tecnologías y para mediados de este año 2003, se realizará el Segundo Simposio Colombiano de Alcohol Carburante, el anterior se realizó en 1980.

BIBLIOGRAFÍA

ACQUATELLA, Jean. "Aplicación de Instrumentos Económicos en la Gestión Ambiental en América Latina y el Caribe: desafíos y factores condicionantes". CEPAL, Serie Medio ambiente y desarrollo N° 31, LC/L.1488-P, enero de 2001.

ASOCAÑA. *Aspectos Generales del Sector Azucarero*, Informe presentado en la ciudad de Cali en el mes de junio del 2000.

_____. Informe anual 2001 – 2002, presentado a la Junta Directiva en el mes de abril de 2002.

CÁMARA DE COMERCIO DE CALI, *Informe Monitor "Situación Competitiva de la Región"*, 1995.

CENICAÑA, Carta trimestral 3, octubre 2000.

CENTRO DE INVESTIGACION DE AGRICULTURA TROPICAL C.I.A.T.. *Memorias del I Simposio Colombiano Sobre Alcohol Carburante*, Cali, mayo de 1980.

CEPAL, El conglomerado del azúcar del Valle del Cauca, Centro Nacional de Productividad, noviembre 2002.

Disponible en internet:

URL <http://www.cepal.org/publicaciones/DesarrolloProductivo/5/LCL1815/LCL1815.pdf>

_____, Gasto, inversión y financiamiento para el desarrollo ambiental en Colombia, noviembre 2002.

Disponible en internet:

URL <http://www.cepal.org/publicaciones/MedioAmbiente/8/LCR1788E/lcl1788e.pdf>

CEPAUR FUNDACIÓN DAG HAMMARSKJÖLD, *Desarrollo a Escala Humana*, Colombia, Proyecto 20 Editores, 1997

COLCIENCIAS, En la onda medio ambiental: Etanol para reducir la contaminación

Disponible en internet: http://www.colciencias.gov.co/agenda/proyectos_notables/pn26 colciencias alcohol carb.htm.

COMUNIDAD ANDINA DE NACIONES. Resolución 544/01 Tribunal Andino

Disponible en internet:

<http://www.comunidadandina.org/normativa/res/r544sg.htm>

CORPOBID, Boetanol por fermentación del jugo de caña de azúcar y melazas como aditivo oxigenante de la gasolina.

Disponible en internet:

<http://www.corpodib.com/estudios1.htm#descripcion>

COTEC, *Documentos sobre necesidades tecnológicas: Reducción de Emisiones Atmosféricas Industriales*, España, Gráficas Arias Montano, 2000.

DANE. Información estadística en comercio exterior.

Disponible en internet:

[http://www.dane.gov.co/Informacion Estadística/Comercio Exterior/import_origen/import_origen.html](http://www.dane.gov.co/Informacion_Estadistica/Comercio_Exterior/import_origen/import_origen.html)

ECOPETROL: Estadísticas del sector

Disponible en internet:

<http://www.ecopetrol.gov.co/esop/esopet/2000/presentacion/ref.htm>

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation

FÁBRICA DE LICORES DE ANTIOQUIA.

Disponible en internet:

<http://www.fla.com.co/Quienessomos/Historia/historia.htm>

FIELD, BARRY C.. *Economía Ambiental: Una introducción*, Estados Unidos, Mc Graw-Hill, 1998.

HART, Stuart L.. *Beyond Greening: Strategies for a Sustainable World*, Harvard Business Review , enero-febrero 1997

IDEAM: El Medio Ambiente en Colombia, Junio 2001 Cap. 2

Disponible en internet: <http://www.ideam.gov.co/publica/index4.htm>

INTERNACIONAL ENERGY AGENCIA, IEA, Informe mundial 2000, 2001

Disponible en internet: URL <http://www.worldenergyoutlook.org/weo/pubs/weo2000/weo2000.pdf>

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. P.E.N. – Plan Energético Nacional, 1997.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Oficina Asesora de Análisis Económico, *“El que contamina paga: Agua Limpia para Colombia al menor costo. Implementación de las tasas retributivas por contaminación hídrica”*, junio de 1998.

SAPAG CHAIN, Nassir y SAPAG CHAIN Reinaldo, Preparación y evaluación de Proyectos, Mc Graw Hill, tercera edición, Colombia, 1997.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, *Protocolo de Kyoto de la convención marco sobre el cambio climático*, marzo de 1998.

PORTER, Michael E., *Los Clusters y la Competencia*, Revista Gestión, Vol.2, enero 1999.

_____. *Ventaja Competitiva*, México, Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., 1997.

TECNICAÑA. *Revista* No. 8, Cali, marzo del 2000.

TRUMPER, Silvio y CABANILLAS Esteban. Monografía: Alconafta ¿Un Combustible Alternativo?

strumper@arnet.com.ar

UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICA, Plan energético nacional.

Disponible en internet:

<http://www.upme.gov.co/mineria/energía/planea.htm>

ANEXOS

ANEXO 1. DECRETO No. 2153 del 29 de agosto de 1979

Por el cual se establecen las bases del programa Nacional del Alcohol y se crea el Comité Nacional Asesor de este programa.

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el artículo 120 de la constitución política como suprema autoridad administrativa, y

CONSIDERANDO:

Que Colombia dejó de ser desde el año 1975 autosuficiente en materia de hidrocarburos.

Que por dicha razón se ha convertido en un país importador de petróleo y sus derivados, en volúmenes crecientes, lo cual está afectando cada día su balanza comercial.

Que dada la situación del mercado internacional de hidrocarburos se prevén alzas periódicas en sus precios y dificultades para su obtención.

Que el alcohol, en sus diversas formas, ha sido objeto de pruebas en diferentes países, como un sustituto aceptable de la gasolina.

Que Colombia posee reservas importantes de gas natural y condiciones especialmente favorables para la producción agrícola de la biomasa, adecuada para la fabricación de alcoholes.

Que un programa de producción masiva de alcohol puede reemplazar un importante porcentaje de gasolina y convertirse en significativo factor de empleo rural,

DECRETA:

ARTICULO PRIMERO: Crear el programa Nacional del Alcohol, que debe soportar en parte y a mediano plazo, la demanda de combustibles en Colombia.

ARTICULO SEGUNDO: El programa tendrá como propósito básico permitir al país, en término razonable, disponer de una infraestructura industrial y agrícola adecuada para producir volúmenes de alcoholes suficientes para sustituir combustibles líquidos en la proporción y formas que más convenga a la Nación.

ARTICULO TERCERO: El programa se adelantará conjuntamente entre los sectores público y privado, de tal manera que su operación sea óptima.

ARTÍCULO CUARTO: Los recursos necesarios para atender los gastos que este programa demande, en lo que respecta al Gobierno Nacional, serán sufragados por la Empresa Colombiana de petróleos –ECOPETROL-

ARTICULO QUINTO: Crease el comité Nacional del Alcohol, el cual tendrá como funciones básicas coordinar todas las acciones del respectivo programa y presentar al Gobierno Nacional las

conclusiones y recomendaciones sobre la manera como el país deberá alcanzar este fundamental propósito.

ARTICULO SEXTO: El comité de que trata el artículo anterior quedará conformado de la siguiente manera:

El Ministro de Minas y Energía: Quién lo presidirá

El Ministro de Desarrollo Económico, o su delegado

El Ministro de Agricultura, o su delegado

El Jefe del Departamento Nacional de Planeación, o su delegado

El presidente de la Empresa Colombiana de petróleo – ECOPEPETROL-, o su delegado.

El Director del Instituto de Investigaciones Tecnológicas ITT, o su delegado

El Presidente de la Asociación Nacional de Industriales ANDI, o su delegado

El Presidente de la Sociedad de Agricultores de Colombia SAC, o su delegado

El Presidente de la Asociación Colombiana de Cultivadores de Caña de Azúcar – ASOCAÑA – o su delegado

Dos representantes de las Empresas Licoreras Departamentales, elegidos por los Gobernadores de los Departamentos Productores para períodos de 2 años.

ARTÍCULO SÉPTIMO: La Unidad de Estudios del Alcohol de la Empresa Colombiana de Petróleos – ECOPEPETROL- actuará como Secretaría Coordinadora del comité.

ARTICULO OCTAVO: El presente Decreto rige a partir de la fecha de su expedición.

ANEXO 2. LEY 693 DE 2001

(Septiembre 19)

Diario Oficial No. 44.564, de 27 de septiembre de 2001

Por la cual se dictan normas sobre el uso de alcoholes carburantes, se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo, y se dictan otras disposiciones.

EL CONGRESO DE COLOMBIA

DECRETA:

ARTÍCULO 1o. A partir de la vigencia de la presente ley, las gasolinas que se utilicen en el país en los centros urbanos de más de 500.000 habitantes tendrán que contener componentes oxigenados tales como alcoholes carburantes, en la cantidad y calidad que establezca el Ministerio de Minas y Energía, de acuerdo con la reglamentación sobre control de emisiones derivadas del uso de estos combustibles y los requerimientos de saneamiento ambiental que establezca el Ministerio del Medio Ambiente para cada región del país. En los centros urbanos de menos de 500.000 habitantes, el Gobierno podrá implementar el uso de estas sustancias. Ello sin perjuicio de las demás obligaciones que sobre el particular deban observarse por parte de quienes produzcan, importen, almacenen, transporten, comercialicen, distribuyan o consuman gasolinas motor y/o combustible diesel en el país. Si el oxigenado a utilizar es Etanol carburante éste podrá ser utilizado como combustible.

PARÁGRAFO 1o. El combustible diesel (o aceite combustible para motores – ACPM), podrá contener como componente oxigenante Etanol carburante en la cantidad y calidad que establezca el Ministerio de Minas y Energía, de acuerdo con la reglamentación sobre control de emisiones derivadas del uso de este combustible y los requerimientos de saneamiento ambiental que para cada región del país establezca el **Ministerio del Medio Ambiente**.

PARÁGRAFO 2o. Para la implementación de esta norma, establécense los siguientes plazos:

Seis (6) meses, a partir de la vigencia de la presente ley, para que el Ministerio de Medio Ambiente establezca la regulación ambiental respectiva.

Seis (6) meses, a partir de la presente ley, para que el Ministerio de Minas y Energía establezca la regulación técnica correspondiente, especialmente en lo relacionado con las normas técnicas para la producción, acopio, distribución y puntos de mezcla de los alcoholes carburantes.

Cinco (5) años, a partir de la vigencia de la presente ley, para que, en forma progresiva, se implemente la norma, iniciando por los centros con mayor densidad de población y de mayor contaminación atmosférica. El Ministerio de Minas y Energía hará la correspondiente reglamentación. Este plazo puede ser prorrogable hasta por un año, mediante decreto del Gobierno Nacional, con previo concepto de los Ministerios de Hacienda, Medio Ambiente, Minas y

Energía, Agricultura y Comercio Exterior, siempre que medien razones de fuerza mayor o conveniencia nacional.

ARTÍCULO 2o. La producción, distribución y comercialización de los alcoholes no potables estarán sometidas a la libre competencia, y como tal, podrán participar en ellas las personas naturales y jurídicas de carácter público o privado, en igualdad de condiciones, quedando derogada la autorización conferida por el artículo 11 de la Ley 83 de 1925.

PARÁGRAFO 1o. Exceptúense la producción, distribución y comercialización del alcohol etílico potable con destino a la fabricación de licores, actividades éstas que constituyen el monopolio rentístico de los entes departamentales.

PARÁGRAFO 2o. La mezcla de etanol carburante con el combustible base, será responsabilidad de los distribuidores mayoristas de combustibles para lo cual el Gobierno establecerá la reglamentación respectiva.

PARÁGRAFO 3o. No se deberá transportar Etanol carburante ni mezclas que lo contengan, a través de poliductos que transporten otros productos derivados del petróleo cuya calidad pueda ser deteriorada por la presencia del alcohol carburante.

ARTÍCULO 3o. Considérase el uso de Etanol carburante en las Gasolinas y en el combustible Diesel, factor coadyuvante para el saneamiento ambiental de las áreas en donde no se cumplen los estándares de calidad, en la autosuficiencia energética del país y como dinamizador de la producción agropecuaria y del empleo productivo, tanto agrícola como industrial.

Como tal recibirá tratamiento especial en las políticas sectoriales respectivas.

ARTÍCULO 4o. La presente ley rige a partir de su promulgación y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

REPUBLICA DE COLOMBIA – GOBIERNO NACIONAL

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE.

Dada en Bogotá, D. C., a 19 de septiembre de 2001.

**MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA**

RESOLUCION NUMERO 0447 DE 2003

(abril 14)

por la cual se modifica parcialmente la Resolución 898 del 23 de agosto de 1995, que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna

La Ministra de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministro de Minas y Energía, en ejercicio de sus facultades legales, en especial las conferidas por los numerales 2, 10, 11 y 14 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993, artículo 1° del Decreto-ley 216 de 2003, artículos 19 y 40 del Decreto 948 de 1995, Decreto 70 de 2001 y la Ley 693 de 2001, y

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con los numerales 11 y 14 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993, es función del Ministerio del Medio Ambiente dictar las regulaciones ambientales de carácter general, para controlar y reducir la contaminación atmosférica en todo el territorio nacional y definir y regular los instrumentos administrativos y los mecanismos necesarios para la prevención y control de los factores de deterioro ambiental;

Que según el artículo 1° del Decreto-ley 216 de 2003, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, tendrá como objetivos primordiales contribuir y promover el desarrollo sostenible a través de la formulación y adopción de las políticas, planes, programas, proyectos y regulación en materia ambiental, recursos naturales renovables, uso del suelo, ordenamiento territorial, agua potable y saneamiento básico y ambiental, desarrollo territorial y urbano, así como en materia habitacional integral;

Que según el artículo 3° del Decreto 70 del 17 de enero de 2001, por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Minas y Energía, es función del Ministerio Minas y Energía adoptar la política en materia de hidrocarburos;

Que el artículo 40 del Decreto 948 de junio 5 de 1995, por el cual se reglamenta la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire, modificado por el artículo 2° del Decreto 1697 de junio 27 de 1997, y por el artículo 1° del Decreto 2622 de diciembre 18 de 2000, y por el Decreto 1530 de julio 24 de 2002, consagra sobre el contenido de plomo, azufre y otros contaminantes en los combustibles, que no se podrá importar, producir o distribuir en el país, gasolinas que contengan tetraetilo de plomo en cantidades superiores a las especificadas internacionalmente para las gasolinas no plomadas, salvo como combustible para aviones de pistón.

Estipula el artículo 40 *ibidem* en sus párrafos 1° y 2° que, los combustibles producidos en refinerías que a cinco (5) de junio de 1995 se encontraban en operación en el país, así como aquellos que se deban importar, producir o distribuir en circunstancias especiales de abastecimiento, podrán exceptuarse del cumplimiento de lo establecido para la calidad de combustibles, excepto en cuanto a la prohibición del contenido de plomo, cuando así lo autorice expresamente el Ministerio del Medio Ambiente y por el término que este señale, previo concepto favorable del Ministerio de Minas y Energía. También estipula que para exceptuar a la zona

atendida actualmente por la refinería de Orito-Putumayo, del cumplimiento de la prohibición de producir, importar, comercializar, distribuir, vender y consumir la gasolina automotor con plomo en el territorio nacional, se debe obtener autorización expresa del Ministerio del Medio Ambiente y por el término que este señale, previo concepto favorable del Ministerio de Minas y Energía;

Que la Resolución 898 del 23 de agosto de 1995, adicionada por la Resolución número 125 de 1996, modificada por la Resolución número 623 de 1998 y por la Resolución número 0068 de 2001, regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores;

Que el artículo 1° de la Ley 693 de 2001, por la cual se dictan normas sobre el uso de alcoholes carburantes, se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo, y se dictan otras disposiciones, establece en su artículo 1° que las gasolinas que se utilicen en el país en los centros urbanos de más de 500.000 habitantes tendrán que contener componentes oxigenados tales como alcoholes carburantes, en la cantidad y calidad que establezca el Ministerio de Minas y Energía, de acuerdo con la reglamentación sobre control de emisiones derivadas del uso de estos combustibles y los requerimientos de saneamiento ambiental que establezca el Ministerio del Medio Ambiente para cada región del país;

Que el parque automotor colombiano viene evolucionando hacia tecnologías de motores con mayor eficiencia energética y menor potencial contaminante, pero que requieren combustibles de mejor calidad que también cumplan con estas propiedades;

Que la contaminación atmosférica tiende a concentrarse más y causar mayores efectos en áreas de mayor densidad de población humana y de vehículos automotores, tendiendo a ser más crítica en aquellas áreas cuya localización geográfica y factores climáticos y de altitud, restan eficiencia a los procesos de combustión y por ende agravan el problema de contaminación; por lo tanto, se hace necesario tomar nuevas medidas relacionadas con la calidad técnica y con la calidad ambiental de los combustibles, tendientes a mitigar el impacto ambiental por las emisiones de contaminantes producidos por los vehículos automotores;

Que en virtud de lo mencionado en los considerandos anteriores, el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial han establecido los criterios de calidad técnica de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores y los de calidad ambiental de los mismos;

Que estando ambos criterios íntimamente relacionados con el resultado final, que busca conseguir la mayor eficiencia de los motores en orden a reducir las emisiones contaminantes, se debe establecer una sola regulación en materia de calidad de combustibles;

Que en consecuencia, se deben actualizar algunos de los estándares relacionados con la calidad técnico-ambiental de los combustibles que se distribuyan para consumo dentro del territorio colombiano, los cuales son criterios fundamentales para la conceptualización e implementación del uso de los oxigenados en los combustibles líquidos para automotores y de programas de control de la contaminación atmosférica, protección a la salud humana y mejoramiento de la calidad de vida de la población;

Que la Empresa Colombiana de Petróleos, Ecopetrol, a través del trabajo desarrollado por el Instituto Colombiano del Petróleo, ICP, elaboró un estudio con el fin de evaluar las mezclas de las gasolinas extra y regular (gasolinas básicas) producidas en el país con diferentes porcentajes de

alcohol carburante (etanol anhidro), de tal forma que se pudiera determinar con mayor precisión las características de la mezcla deseada;

Que en el estudio desarrollado se analizaron principalmente las propiedades Presión de Vapor Reid (RVP) e Índice Antidetonante (ID), con el fin de determinar la variación de estas propiedades cuando se le adicionan diferentes porcentajes de etanol anhidro (5%, 10% y 15%) a las gasolinas básicas;

Que los resultados obtenidos muestran que con una mezcla del 10% de etanol anhidro y a partir de los parámetros fisicoquímicos de las gasolinas bases actuales, en el año 2005 las gasolinas colombianas podrán cumplir con requerimientos establecidos en el nivel nacional e internacional;

Que el estudio de las mezclas de gasolina con etanol anhidro se realizó en las siguientes etapas:

1. Obtención de los componentes de la mezcla.
2. Caracterización de las gasolinas base (regular y extra) y el etanol anhidro.
3. Determinación de las curvas de RVP de las gasolinas base VS el RVP de la mezcla (5%, 10% y 15% en volumen de etanol).
4. Determinación de las curvas de Índice Antidetonante de la Gasolina Base VS el Índice Antidetonante de las mezclas (5%, 10% y 15% en volumen de etanol).
5. Determinación del máximo contenido de agua permisible de las mezclas óptimas de gasolina con 10% en volumen de etanol.
6. Caracterización fisicoquímica de las mezclas óptimas de gasolina con 10% en volumen de etanol anhidro;

Que los resultados del estudio en mención, los cuales sirven de base para las especificaciones de calidad del etanol anhidro y de las gasolinas oxigenadas a utilizar en el país a partir del año 2005, las cuales se reglamentan en el presente acto administrativo, fueron publicados por la Empresa Colombiana de Petróleos, Ecopetrol, en la Revista Ciencia, Tecnología y Futuro (CT&F), Volumen 2 número 3 de diciembre de 2002;

Que en mérito de lo expuesto y dentro del ámbito de sus competencias,

RESUELVEN:

Artículo 1°. Modifícase el artículo 1° de la Resolución 898 de agosto 23 de 1995, adicionada por la Resolución 125 de febrero 7 de 1996, modificada por la Resolución 623 de julio 9 de 1998 y la Resolución 0068 de enero 18 de 2001, el cual quedará de la siguiente manera:

-Artículo 1°. Calidad del alcohol carburante (etanol anhidro) y de las gasolinas oxigenadas. A partir de las fechas que se indican en las Tablas números 1A, 2A y 2B de la presente resolución, el alcohol carburante (etanol anhidro), las -gasolinas básicas- y las -gasolinas oxigenadas- (mezcla de gasolina básica con alcoholes carburantes) que se produzcan, importen o distribuyan por cualquier persona natural o jurídica para el consumo dentro del territorio colombiano, deberán cumplir todos y cada uno de los requisitos de calidad señalados en las mismas tablas.

TABLA NUMERO 1A
**Requisitos de calidad del etanol anhidro grado carburante,
 como componente oxigenante para producir gasolinas oxigenadas**

Característica	Unidad	Especificación	Fecha de vigencia Septiembre de 2005	Métodos de prueba
1 Color	-	Incoloro	Visual	
2 Aspecto		(1)	Visual	
3 Acidez total (como ácido acético), máximo	mg/100 mL	3.0	ASTM D 1613	
4 Conductividad eléctrica, Máxima	S/m	500	ASTM D 1125	
5 Masa específica a 20 °C, Máximo	Kg/m ³	791.5	D 4052	
6 % de etanol, mínimo (2)	% volumen	99.5	D 5501	
7 % alcohólico, mínimo	°INPM	99.5	ABNT/NBR 5992(3)	
8 Contenido de cloro, máximo	mg/kg	0.030		
9 Materia no volátil, máximo	mg/kg	0.010		
10 Contenido de Cobre, máximo	mg/kg	0.070	ABNT/NBR 10893(3)	
11 Alcalinidad		Negativo		
12 Humedad, máximo	% masa	0.20		
13 Residuo fijo, máximo	mg/100 mL	5.0		

(1) Limpio, claro, sin color y libre de impurezas y de material en suspensión.

(2) Requerido cuando el alcohol no ha sido producido por vía fermentación a partir de caña de azúcar.

(3) Métodos de la Asociación Brasileira de Normas Técnicas / Normas Brasileiras. Se utilizarán mientras el Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Icontec, desarrolla normas nacionales para este producto.

Parágrafo 1°. Al etanol anhidro producido se le debe agregar una sustancia desnaturalizante para convertirlo en no potable. El productor de etanol será responsable por la aplicación del desnaturalizante, antes de que el producto sea despachado hacia las Plantas de Abastecimiento. En el caso del etanol anhidro, se deberá utilizar como sustancia desnaturalizante gasolina motor no plomada en proporción no inferior a 2% ni superior a 3% volumen y que además, cumpla los requisitos de calidad especificados en la Tabla 2A de esta resolución. En todo caso, cualquier cambio en la composición química y tipo de desnaturalizante deberá ser aprobado previamente por los Ministerios de Minas y Energía y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

TABLA NUMERO 2A

Requisitos de calidad de las gasolinas básicas que se distribuyan para consumo en áreas y ciudades con población menor de 500.000 habitantes y que además se utilicen para mezcla con etanol anhidro para producir gasolinas oxigenadas

Característica	Unidad	Fecha de vigencia		Métodos ASTM	
		Abril 1° 2001	Enero 1° 2005		
1 Índice Antidetonante, mínimo (1)				D2699 y D 2700 o IR (4)	
Gasolina corriente		81	81		
Gasolina extra		87	87		
2 Plomo, máximo	G/l	0.013	0.013	D3237 o D50-59	
3 RVP, máximo (2)	kPa (psia)	58 (8.5)	55 (8.0)	D5191	
4 Índice de Cierre de Vapor (ICV), máximo	KPa	98	98	(3)	
5 Aromáticos, máximo					
Gasolina corriente	% volumen	28	25	D5580 o D1319 o	
Gasolina extra	% volumen	35	30	Método Piano	
6 Benceno, máximo					
Gasolina corriente	% volumen	1.0	1.0	D5580 o D3606 o	
Gasolina extra	% volumen	2.0	1.5	Método Piano	
7 Azufre, máximo	% en masa	0.10	0.03	D4294 o D2622	
8 Corrosión al Cobre, 3h a 50°C, máximo	Clasificación	1	1	D130	
9 Contenido de Gomas, máximo	mg/100 mL	5	5	D381	
9 Estabilidad a la Oxidación, mínimo	Minutos	240	240	D525	
11 Destilación	°C	Mín	Máx	Mín	Máx
10% volumen evaporado			70		70
50% volumen evaporado		77	121	77	121
90% volumen evaporado			190		190
Punto final de ebullición			225		225

(1) Índice Antidetonante: $IAD = (RON + MON)/2$

(2) RVP, máximo: Presión de Vapor Reid, a 37.8°C

(3) $ICV = P + 1.13(A)$; en donde:

P = Presión de vapor en kilopascales (kPa)

A = % volumen evaporado a 70°C

(4) Método alterno: Infrarrojo

Se exceptúan del anterior cumplimiento, los casos expresamente contemplados en el artículo 40 del Decreto 948 de 1995, o en el acto administrativo que lo modifique o sustituya.

TABLA NUMERO 2B
Requisitos de calidad de las gasolinas oxigenadas con etanol anhidro
que se distribuyan para consumo en ciudades con población mayor
de 500.000 habitantes

Característica	Unidad	Especificación Métodos	
		Fecha de vigencia	Métodos de prueba
Septiembre de 2005			
1 Índice Antidetonante, mínimo (1)			
Gasolina corriente oxigenada		84	D2699 y D 2700
Gasolina extra oxigenada		89	
2 Plomo, máximo	g/l	0.013	D3237 o D5059
3 RVP, máximo	kPa (psia)	65 (9.3)	D4953
4 Índice de Cierre de Vapor (ICV), máximo	KPa	124	(2)
5 Aromáticos, máximo			
Gasolina corriente oxigenada	% volumen	25	D5580 o D1319
Gasolina extra oxigenada	% volumen	30	
6 Benceno, máximo			
Gasolina corriente oxigenada	% volumen	1.0	D5580 o D3606
Gasolina extra oxigenada	% volumen	1.5	
7 Azufre, máximo	% en masa	0.03	D4294 o D2622
8 Corrosión al Cobre, 3h a 50°C, máximo	Clasificación	1	D130
9 Contenido de agua, máximo	% volumen	0.04	D 6422
10 Contenido de Gomas, máximo	mg/100 mL	5	D381
11 Oxígeno, máximo	% masa	3.5	D4815
12 % de etanol	% volumen	10±0.5	
13 Aditivos, mínimo (5)	% en masa	(3)	(4)
14 Estabilidad a la oxidación, Mínimo	Minutos	240	D525
15 Destilación	°C	Mín.	Máx.
10% volumen evaporado			70
50% volumen evaporado		77	121
90% volumen evaporado			190
Punto final ebullición			225
Residuo de la destilación, máximo	% volumen 2		

(1) Índice Antidetonante: $IAD = (RON + MON)/2$

(2) Índice de Cierre de Vapor: $ICV = P + 1.13(A)$; en donde P = presión de vapor en kilopascales (kPa) y A = % volumen evaporado a 70°C

(3) Los tipos y dosis de aditivos serán los que establezca el Ministerio de Minas y Energía en la regulación respectiva.

(4) El método de prueba será aquel que establezca el Ministerio de Minas y Energía en la regulación respectiva.

(5) El paquete de aditivos deberá cumplir como mínimo las funciones de detergente dispersante controlador de formación de depósitos en el sistema de admisión de combustibles de los motores

(incluyendo acción de limpieza como mínimo hasta los asientos de las válvulas de admisión), estabilizador del combustible e inhibidor de oxidación.

Los requisitos de calidad para las gasolinas oxigenadas señalados en la tabla anterior, se cumplirán en concordancia con el programa de oxigenación de combustibles que defina el Ministerio de Minas y Energía en la regulación respectiva.

Se exceptúan del anterior cumplimiento, los casos expresamente contemplados en el artículo 40 del Decreto 948 de 1995, o en el acto administrativo que lo modifique o sustituya.

De conformidad con lo establecido en el artículo 1° de la Ley 693 de 2001, los requisitos de calidad señalados en la tabla anterior, deberán ser cumplidos por aquellos centros urbanos que tengan más de 500.000 habitantes y adicionalmente en los que el Gobierno Nacional haya autorizado la utilización de combustibles oxigenados.

Parágrafo 2°. Los procedimientos y técnicas para la toma de muestras, preparación y análisis de laboratorio, precisión y repetibilidad, así como para el reporte de cifras significativas, con el objeto de establecer el cumplimiento con los estándares indicados en el presente artículo, serán los contenidos en las Normas y correspondientes a cada uno de los métodos de prueba indicados en las Tablas números 1A, 2A y 2B, con excepción del contenido de aditivos cuyo método de análisis válido será el que establezca el Ministerio de Minas y Energía en la reglamentación respectiva.

Artículo 2°. Modifícase el artículo 2° de la Resolución 898 de agosto 23 de 1995, adicionada por la Resolución 125 de febrero 7 de 1996, modificada por la Resolución 623 de julio 9 de 1998 y la Resolución 0068 de enero 18 de 2001, el cual quedará de la siguiente manera:

-Artículo 2°. Uso de aditivos en las gasolinas colombianas. A partir de la vigencia de la presente resolución, todas las -gasolinas básicas- y las -gasolinas oxigenadas- que se distribuyan para consumo dentro del territorio colombiano deberán contener aditivos detergentes, dispersantes, controladores de formación de depósitos en el sistema de admisión de combustible, cuya acción de limpieza incluya como mínimo desde las partes internas de los carburadores o inyectores, hasta los asientos de las válvulas de admisión. Igualmente, el paquete de aditivos deberá incluir estabilizadores del combustible e inhibidores de oxidación. Estos aditivos y su dosificación en las gasolinas, deberán cumplir todos y cada uno de los requisitos contenidos en la reglamentación respectiva que establezcan los Ministerios de Minas y Energía y de Medio Ambiente.

Parágrafo. Se prohíbe el uso de aditivos que contengan metales pesados y que además utilicen como diluyentes hidrocarburos poli-aromáticos, en las gasolinas básicas y en las gasolinas oxigenadas que se distribuyan para consumo dentro del territorio colombiano.

Artículo 3°. Modifícase el artículo 4° de la Resolución 898 de agosto 23 de 1995, adicionada por la Resolución 125 de febrero 7 de 1996, modificada por la Resolución 623 de julio 9 de 1998 y la Resolución 0068 de enero de 2001, el cual quedará de la siguiente manera:

-Artículo 4°. Calidad del combustible Diesel (ACPM). A partir de la fecha que se indica en la Tabla número 3A de la presente resolución, el combustible -diesel- que se produzca, importe o distribuya por cualquier persona natural o jurídica, para ser consumido en el territorio colombiano, excepto en la ciudad de Bogotá, deberá cumplir todos y cada uno de los requisitos de calidad especificados en dicha tabla.

TABLA NUMERO 3A
Requisitos de calidad del combustible -Diesel corriente- (ACPM)

Característica	Unidad	Fecha de vigencia		Métodos ASTM
		Abril 1° 2001	Enero 1° 2005	
1 Azufre, máximo	% masa	0.45	0.45	D4294 (1)
2 Aromáticos, máximo (3)	% volumen	35	35	D5186 o D1319o
3 Número de Cetano, mínimo (4)		43	43	D 613
4 Índice de Cetano, mínimo (2)		45	45	D976 o D4737
5 Corrosión al cobre, 3h a 50°C, máximo	Clasificación	2	2	D130
6 Color ASTM, máximo		3.0	3.0	D1500
7 Residuos de carbón micro, máximo (10% fondos)	% masa	0.20	0.20	D4530
8 Gravedad API, mínimo	°API	Reportar		D4052 o D1298 o D287
9 Viscosidad a 40°C, mínimo- máximo	mm ² /s	1.9 - 5.0	1.9 - 5.0	D445
10 Destilación	°C			D86
Punto inicial de ebullición		Reportar	Reportar	
50% volumen recobrado		Reportar	Reportar	
Máxima temperatura 90% volumen recobrado, máximo	360	360		
Punto final de ebullición, máximo		390	390	
11 Agua y sedimento, máximo	% volumen	0.05		D1796 o D 2709
12 Punto de fluidez, máximo	°C	4	4	D97 o D5949
13 Punto de inflamación, mínimo	°C	52	52	D93
14 Cenizas, máximo	% en masa	0.01	0.01	D482

(1) Métodos alternos: D2622, D1552 y D1266.

(2) Válido para diesel producido en la destilación atmosférica del petróleo crudo, sin mezcla con otros componentes de refinería.

(3) Métodos alternos: Espectometría de Masas, Ultra Violeta Visible (UV - VIS).

(4) Para diesel que contenga componentes provenientes de procesos de ruptura catalítica y/o térmica, y/o aditivos mejoradas de cetano.

Se exceptúan del anterior cumplimiento, los casos expresamente contemplados en el artículo 40 del Decreto 948 de 1995, o en el acto administrativo que lo modifique o sustituya.

Parágrafo 1°. A partir de las fechas que se indican en la Tabla número 3B, el Diesel (ACPM) que se distribuya para consumo en la ciudad de Bogotá, D. C., deberá cumplir las especificaciones de calidad que se estipulan en la misma.

TABLA NUMERO 3B
Requisitos de calidad del combustible -Diesel extra - (Diesel de bajo azufre)
para consumo en Bogotá, D. C.

Característica	Unidad	Fecha de vigencia		Métodos ASTM
		Abril 1° 2001	Enero 1° 2005	
1 Azufre, máximo	% masa	0.12	0.05	D4294 (1)
2 Aromáticos, máximo	% volumen	35	35	D5186óD1319ó(3)
3 Número de Cetano, mínimo (4)		45	45	D 613
4 Índice de Cetano, mínimo (2)		45	45	D976 o D4737
5 Corrosión al cobre, 3Hr 50°C, máximo	Clasificación	2	2	D130
6 Color ASTM, máximo		2.0	2.0	D1500
7 Residuos de carbón micro, máximo (10% fondos)	% masa	0.2	0.2	D4530
8 Gravedad API, mínimo	°API	Reportar	Reportar	D4052 o D1298 o D287
9 Viscosidad a 40°C	mm ² /s	Mín. 1.9	Mín. 1.9	D445
		Máx. 4.1	Máx. 4.1	
10Destilación	°C			D86
Punto inicial de ebullición				
Temperatura 90%		Reportar	Reportar	
Volumen recobrado:				
-Mínima		282	282	
- Máxima		338	338	
Punto final de ebullición, máximo		360	360	
11Agua y sedimento, máximo	% volumen	0.05	0.05	D1796 o D 2709
12 Punto de fluidez, máximo	°C	4	4	D97 o D5949
13 Punto de inflamación, mínimo	°C	52	52	D93
14Cenizas, máxima	% en masa	0.01	0.01	D482

(1) Métodos alternos: D2622, D1552 y D1266.

(2) Válido para diesel producido en la destilación atmosférica del petróleo crudo, sin mezcla con otros componentes de refinería.

(3) Métodos alternos: Espectrometría de Masas, Ultra Violeta Visible (UV - VIS).

(4) Para diesel que contenga componentes provenientes de procesos de ruptura catalítica y/o térmica, y/o aditivos mejoradores de cetano.

Se exceptúan del anterior cumplimiento, los casos expresamente contemplados en el artículo 40 del Decreto 948 de 1995, o en el acto administrativo que lo modifique o sustituya.

Parágrafo 2°. Los procedimientos y técnicas para la toma de muestras, preparación y análisis de laboratorio, precisión y repetibilidad, así como para el reporte de cifras significativas, con el objeto de establecer el cumplimiento con los estándares indicados en el presente artículo, serán los contenidos en las normas correspondientes a cada uno de los métodos de prueba indicados en las

Tablas 3A y 3B de esta resolución.

Parágrafo 3°. Se prohíbe el uso de aditivos que contengan metales pesados en el combustible diesel que se distribuya para consumo dentro del territorio colombiano.

Parágrafo 4°. Se exceptúan del cumplimiento de los requisitos de calidad del presente artículo, el combustible diesel para las fuentes móviles terrestres o maquinaria que se utilicen en la explotación minera clasificada como gran minería, los campos de producción de petróleo o gas y la construcción de presas, represas o embalses con capacidad superior a 200 millones de metros cúbicos, siempre y cuando la circulación de las mismas ocurra dentro de los límites del área de explotación del proyecto, y el combustible adquirido o producido con este fin se destine exclusivamente al consumo interno de la actividad-.

Artículo 4°. La presente resolución rige a partir de la fecha de su publicación y deroga todas las disposiciones que le sean contrarias.

Publíquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, D. C., a 14 de abril de 2003.

La Ministra de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial,

Cecilia Rodríguez González-Rubio.

El Ministro de Minas y Energía,

Luis Ernesto Mejía Castro.