

Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza

Planta de Producción de Biodiesel de *Global Alternative Fuels LLC*, en El Paso, Texas

1. Criterios Generales

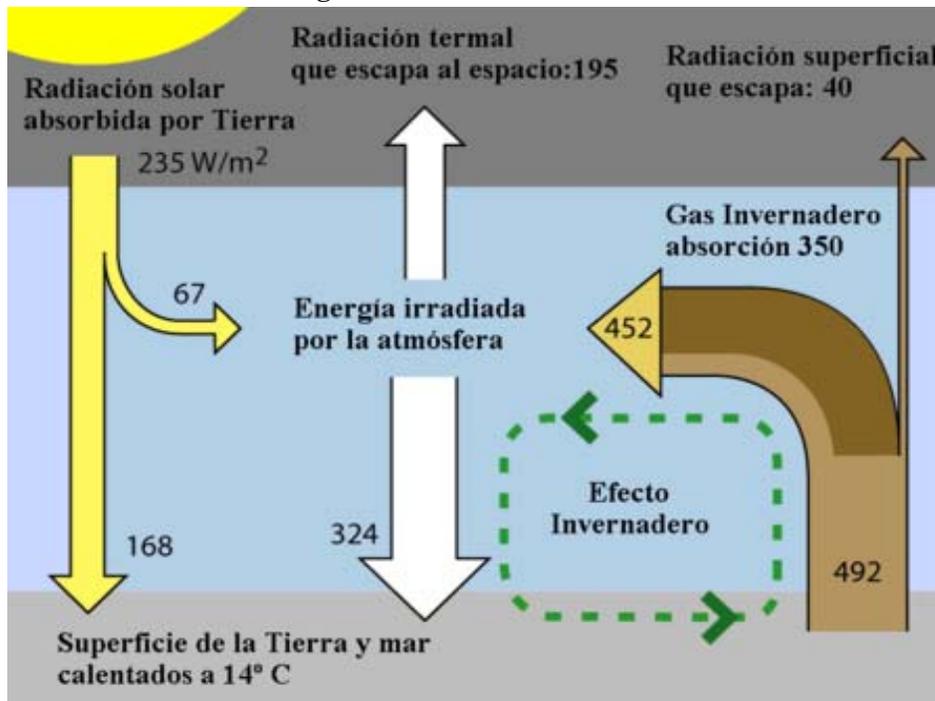
1.a Tipo de proyecto

El proyecto corresponde a la categoría de **Energía limpia y eficiente** contemplada como uno de los sectores prioritarios para la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF).

Mediante la instalación de un procesador de biodiesel de operación en seco, la empresa Global Alternative Fuels, LLC, "GAF" (el promotor del proyecto) generará biodiesel, un combustible limpio y renovable, con una producción inicial de 5 millones de galones anuales. La etapa dos se iniciará con otro procesador para elevar la producción total de biodiesel a 25 millones de galones anuales. El biodiesel se usará en dos sectores distintos: para surtir a los expendedores al menudeo de biodiesel como combustible vehicular (en las gasolineras Flying J. Pilot Travel Centers) y a una refinería de la localidad (Western Refining) para mezclarlo con diesel. La cantidad de electricidad que habrá de generarse en la etapa inicial será de 10 MW, y podría incrementarse hasta 50 MW en los siguientes cinco años.

El uso de biodiesel, entre otros beneficios, reduce las emisiones de dióxido de carbono (CO₂)¹. El CO₂ se considera un gas de efecto invernadero (GEI). El "efecto invernadero" es el fenómeno por el cual la emisión de radiación infrarroja por parte de la atmósfera calienta la superficie del planeta. (Fig.1.1)²

Figura 1.1 Efecto invernadero



¹ National Biodiesel Board – Beneficios del biodiesel

² Wikipedia – Imagen: Efecto invernadero

La Figura 1.1 es una representación esquemática de los flujos de energía entre el espacio, la atmósfera y la superficie de la Tierra, la cual muestra la forma en que estos flujos se combinan para atrapar el calor cerca de la superficie y así crear el efecto invernadero. Los intercambios de energía se expresan en vatios (watts) por metro cuadrado (W/m^2) (Kiehl & Trenberth 1997).

El sol es el responsable de prácticamente toda la energía que llega a la superficie de la Tierra. La luz que irradia el sol directamente sobre la parte superior de la atmósfera genera $1366 W/m^2$; sin embargo, los efectos geométricos y las superficies reflejantes limitan la cantidad de luz que se absorbe en un lugar a un promedio anual de $\sim 235 W/m^2$. Si esta fuera la cantidad total de calor que se recibiera en la superficie, entonces, aún sin cambios en el albedo, la superficie de la Tierra tendría que tener una temperatura de $-18^\circ C$ (Lashof 1989). En lugar de eso, la atmósfera de la Tierra recicla el calor que proviene de la superficie y emite otros $324 W/m^2$, lo que a su vez genera una temperatura promedio en la superficie de alrededor de $+14^\circ C$. Más del 75% del calor de la superficie que captura la atmósfera se puede atribuir a la acción de los gases de invernadero que absorben la radiación térmica que emite la superficie de la Tierra. La atmósfera a su vez transfiere la energía que recibe, tanto al espacio (38%) como de regreso a la superficie de la Tierra (62%), aunque la cantidad que se transfiere en cada dirección depende de la estructura térmica y de densidad de la atmósfera. Este proceso, por medio del cual la energía de la atmósfera se recicla y calienta la superficie de la Tierra, se conoce como "efecto invernadero" y es una parte esencial del clima del planeta Tierra.³

1.b Categoría del proyecto

El proyecto pertenece a la categoría de **Proyectos de infraestructura ambiental del sector privado**. El proyecto redundará, entre otros beneficios, en impactos positivos para la comunidad y la atmósfera debido a la reducción de las emisiones de CO2 provenientes del diesel producido con petróleo.

1.c Ubicación del proyecto y perfil de la comunidad

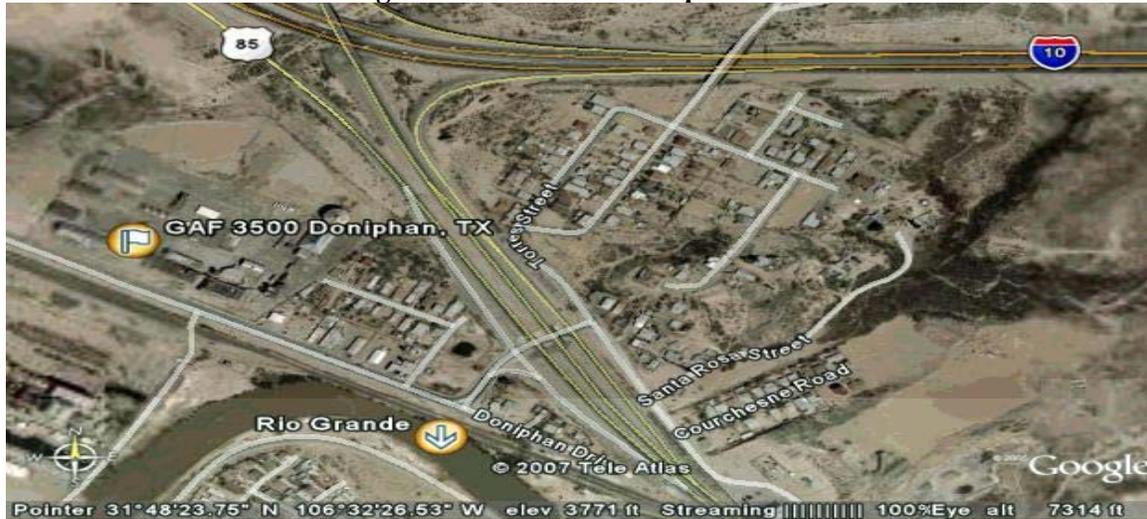
El proyecto se ubica en El Paso, Texas. La planta se encuentra en el Parque Industrial y de Investigación Global Alternative Fuels GAF, en 3500 Doniphan Drive. El sitio comprende 27.94 acres y está delimitado al norte por la Carretera Interestatal I-10, y al sur por la calle Doniphan Drive. (Figuras 1.2, 1.3)

Figura 1.2 Ubicación de la planta GAF



³ Wikipedia – Descripción: Efectos de los gases de invernadero

Figura 1.3 Ubicación de la planta GAF



Datos demográficos

Según la oficina del Censo de los EE.UU., la población de El Paso, Texas en el año 2000 era de 563,662 habitantes y el cálculo poblacional para el 2006 era de 596,189 habitantes. El cálculo de la población económicamente activa (mayor de 16 años) para el año 2006 era de 256,558 personas, el equivalente al 59.4%, mientras que la media en los EE.UU. era de 65%. El ingreso familiar promedio en el 2006 fue de \$33,103 dólares, siendo la media en los EE.UU. de \$48,451 dólares. El porcentaje estimado de familias que vivían por debajo del nivel de pobreza en el 2006 fue del 23.6%, mientras que la media en EE.UU. fue de 9.8%

1.d Facultades legales

Se registró ante el Secretario de Estado de Texas un acta constitutiva modificada de la empresa Global Alternative Fuels, LLC con fecha de entrada en vigor el 1° de enero de 2007. La empresa GAF es administrada por un equipo de profesionales con experiencia en ingeniería industrial y eléctrica, envíos y logística, finanzas corporativas, contabilidad, y gestión e implementación de proyectos de infraestructura.

1.e Resumen del proyecto

Descripción del proyecto

El biodiesel como combustible renovable

El biodiesel es una alternativa de combustión limpia que se produce a partir de recursos renovables, generalmente aceites vegetales (soya, palma y canola), grasa amarilla, y sebo (grasa animal). El biodiesel no contiene petróleo, pero se puede mezclar en cualquier nivel con el diesel proveniente del petróleo para generar una mezcla de biodiesel. El porcentaje que se incorpore al diesel de petróleo determina el número que le corresponde (Ej.: 2% biodiesel-B2, 10%-B10, etc.). Se puede usar en motores diesel con muy pocas o nulas modificaciones. El biodiesel es biodegradable, no tóxico, y prácticamente no contiene azufre ni sustancias aromáticas.

El biodiesel se produce generalmente mediante un proceso de refinación conocido como transesterificación, que consiste en la reacción de un aceite vegetal o una grasa animal con un alcohol como el metanol o el etanol en presencia de un catalizador, para producir un éster monoalquílico y glicerina, la cual posteriormente se elimina.⁴

⁴ National Biodiesel Board – Definiciones del biodiesel

Acceite vegetal + Metanol = Biodiesel + Glicerina

El biodiesel es el único combustible alternativo que cumple con todos los requisitos de análisis de efectos a la salud dispuestos por la Reforma a la Ley de Aire Limpio de 1990 (*Clean Air Act Amendments*). El biodiesel que cumple con la norma ASTM D6751 y esta debidamente registrado con la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA, por sus siglas en inglés) se puede usar legalmente como combustible automotor para su venta y distribución en su forma pura (B100) o como producto biodiesel mezclado.

La Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (*American Society for Testing and Materials*, ASTM) ha establecido especificaciones para el B100 que habrá de mezclarse con combustible diesel para producir mezclas de biodiesel de bajo nivel. La especificación D6751-03 de ASTM tiene el propósito de garantizar la calidad del biodiesel que se usa en los Estados Unidos, por lo cual todo el biodiesel que se utilice en mezclas debe apegarse a esta especificación. El biodiesel que cumple con la norma ASTM D6751-03 también está legalmente registrado con la EPA como combustible y aditivo para combustible.⁵

Mediante la instalación de un procesador de biodiesel de operación en seco, la empresa Global Alternative Fuels, LLC “GAF” (el promotor del proyecto) generará el biodiesel, con una producción inicial de 5 millones de galones anuales. La etapa dos se iniciará con otro procesador para elevar la producción total de biodiesel a 25 millones de galones anuales. La materia prima principal será grasa amarilla (aceite de cocina residual) y sebo (grasa animal). El biodiesel se usará en dos sectores distintos: para surtir a los expendedores al menudeo de biodiesel como combustible vehicular (en las gasolineras Flying J. Pilot Travel Centers) y a una refinería de la localidad (Western Refining) para mezclarlo con diesel. La generación de electricidad será de 10 MW en la etapa inicial, y podría incrementarse hasta 50 MW en los siguientes cinco años. El proyecto incluye un laboratorio de análisis totalmente equipado que ofrecerá sus servicios a otros generadores de biodiesel.

El desarrollo del procesador de biodiesel incluye los siguientes elementos:

1. Tanques de retención de la materia prima (aceites diversos; aceite para mezclado; catalizador; metanol)
2. Módulo opcional de centrifugación y mezclado
3. Módulo de dosificación
4. Estación de secado
5. Primer reactor de transesterificación
6. Remoción de glicerina
7. Segundo reactor de transesterificación
8. Tanques de remoción de glicerina y sedimentación
9. Lavado en seco por intercambio iónico
10. Recuperación del metanol
11. Filtro de depuración
12. Tanques de almacenamiento

El Cuadro 1.1 indica las estimaciones actuales para los expendios de combustible biodiesel al menudeo.

Cuadro 1.1 Estimaciones de los expendios de combustible biodiesel al menudeo

Empresa	Etapa I (Capacidad total= 5 millones de galones anuales)	Etapa II (Capacidad total= 20 millones de galones anuales)
Flying J. Pilot	5 millones de galones	

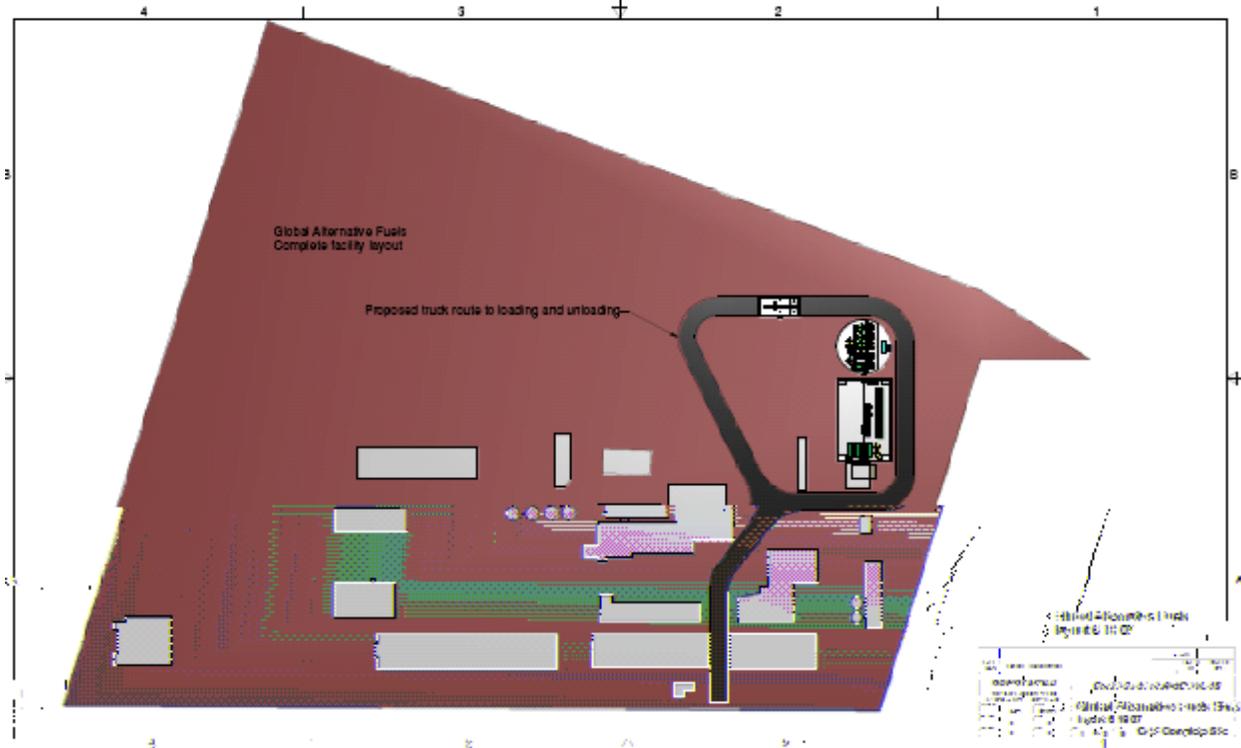
⁵ Programa Ciudades Limpias (*Clean Cities Program*) del Departamento de Energía de EE.UU., abril de 2005.

Western Refining	0	20 millones de galones
------------------	---	------------------------

Mapa del proyecto

La Figura 1 muestra la distribución del proyecto en el sitio propuesto.

Figura 1.4 Distribución



Justificación del proyecto

Medio ambiente

En el 2006, alrededor del 60% del petróleo que se consumió en los EE.UU. se importó del extranjero; dos terceras partes para usarse como gasolina y diesel en vehículos de combustión, por lo cual la demanda de importaciones de petróleo va en incremento. El uso de combustibles alternos reduce la dependencia del mundo entero en los combustibles fósiles. A diferencia del combustible de hidrógeno o la combustión del aceite vegetal puro, el biodiesel se puede producir a nivel nacional para usarse en motores convencionales de diesel sin necesidad de hacer ningún cambio en la tecnología automotriz actual.⁶

Desde el 1° de septiembre de 2007, la EPA empezó a exigir que un determinado porcentaje de todos los combustibles vehiculares se produjeran a partir de fuentes renovables ("biocombustibles") como el etanol y el biodiesel. La Ley de Políticas de Energía (*Energy Policy Act*) define el término 'combustible renovable' como un combustible para motores vehiculares que se genere a partir de productos o residuos vegetales o animales y no a partir de fuentes fósiles. El programa que se creó con este propósito se denomina Programa de Normas para Combustibles Renovables (*Renewable Fuel Standard Program*, RFS), y es una de las exigencias impuestas por la Ley de Políticas de Energía de 2005 (*Energy Policy Act*, ó EPACT 2005) al reformar la Ley de Aire Limpio para establecer una norma para combustibles renovables (RFS). La RFS dispone que toda entidad que produzca gasolina (y diesel) para su uso en

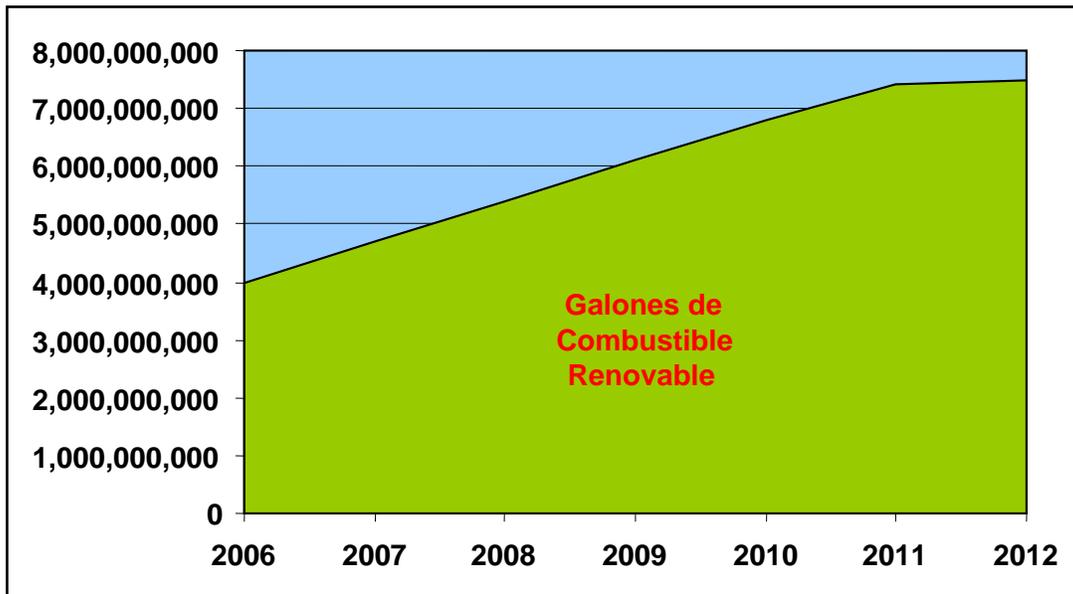
⁶ Departamento de Energía de EE.UU. – Eficiencia en la generación de energía y energía renovable

EE.UU., incluyendo refinerías, importadores, y mezcladores, está obligada a cumplir con las normas legales para mezclar niveles específicos de biocombustible en el suministro de combustible de la nación.

La RFS se creó por varios motivos de importancia, siendo uno de los principales garantizar la seguridad del suministro de energía incrementando la producción nacional de una fuente de combustible renovable, además de reducir el consumo de petróleo importado, y aprovechar los beneficios ambientales asociados con los combustibles renovables. La RFS dispone que se incremente el volumen de combustible renovable que debe mezclarse con la gasolina, empezando con 4,000 millones de galones en el año 2006 y casi duplicando esa cantidad a 7,500 millones de galones para el año 2012. En el Cuadro 1.2 se representan los niveles de producción dispuestos por la ley hasta el año 2012.⁷

Cuadro 1.2 Volúmenes anuales de combustible renovable conforme a la norma RFS (Etanol y biodiesel)

Fuente: EPA



Desde el 1º de septiembre de 2007, todas las entidades que rige la RFS deben cumplir con los niveles de mezclado dispuestos para los biocombustibles. En el 2006, la EPA estableció como nivel predeterminado por ley que el 2.78% de la gasolina (y el diesel) que se venda o expendan en ese año sea combustible renovable. La norma RFS no es tan sólo un nivel obligatorio de producción de biocombustible, sino que también incorpora un sistema de intercambio de créditos, mecanismos para asegurar el cumplimiento, y requisitos sobre la presentación de informes por parte de las entidades que rige. La primera etapa de cumplimiento abarca de 2007 a 2012. Después del 2012, la norma RFS exige que la producción de biocombustible y mezclas se mantenga en la misma proporción de crecimiento con respecto a la producción de gasolina en los EE.UU.

La EPA prevé que los resultados de la reducción en el consumo de petróleo para el medio ambiente y la calidad atmosférica serán positivos. Los siguientes fueron algunos de los puntos más sobresalientes del Análisis de Impacto Reglamentario de la norma RFS que realizó la Oficina de Transporte y Calidad Atmosférica de la EPA:

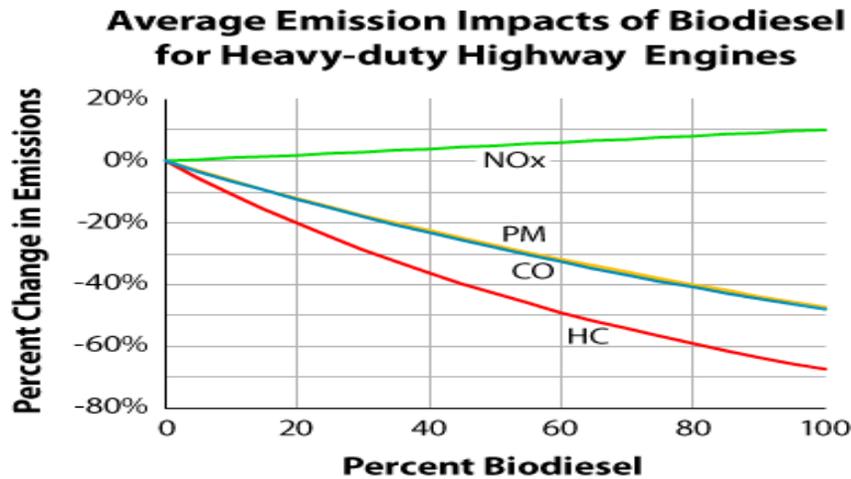
- En el año 2012, el consumo de petróleo se habrá reducido (mediante el incremento en el uso de etanol y biodiesel) entre 2,000 y 3,900 millones de galones. Esta cifra representa alrededor

⁷ Propuesta de crédito a BDAN Nov. 2007 - Programa de Normas para Combustibles Renovables de EPA

del 0.8 al 1.6 por ciento de la cantidad total de petróleo que se consume en el sector transportista.

- En el año 2012 se verán los impactos de la reducción en las emisiones de monóxido de carbono (de 1 a 2.5%), benceno (3 a 4%), y dióxido de carbono (1%) en el sector transportista.

Con el uso de biodiesel en un motor diesel convencional se reducen considerablemente las emisiones de hidrocarburos (HC) sin combustión, monóxido de carbono (CO), sulfatos, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), hidrocarburos aromáticos policíclicos nitrados (HAPn), y materia particulada (PM). El biodiesel B100 es el que genera las mayores reducciones en las emisiones. Con el uso del biodiesel B100 también se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, además de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en más del 75%, en comparación con el diesel #2. Con el uso del biodiesel B20 se reducen las emisiones de dióxido de carbono en un 15%. El biodiesel se puede mezclar con diesel de petróleo. La denominación B20 es para una mezcla que contenga un 20% de biodiesel y 80% de diesel de petróleo, y B100 es para el biodiesel al 100%.⁸



La generación de electricidad es la principal fuente de emisiones de CO₂ de tipo industrial, y la segunda en importancia después del sector transportista. El biodiesel generado mediante este proyecto se usará en dos sectores distintos: para surtir a expendios de biodiesel al menudeo para consumidores finales y a una refinería de la localidad.

Energía

El biodiesel se puede usar para producir energía renovable, la cual se define como aquella energía generada por el viento, el sol, el agua y el calor geotérmico, que luego se convierte a energía para uso cotidiano. Actualmente el gobierno ordena a los organismos operadores de servicios públicos de los estados de Texas y Nuevo México que sustituyan una parte de su producción con energía renovable. Este requisito es el factor que ha motivado a la empresa El Paso Electric a adquirir electricidad de la planta generadora que propone RGRE. La primera etapa del proyecto incluye la generación de 10 MW de energía.

La implementación del uso de combustible y electricidad renovable generará beneficios para la ciudadanía, como mejoras al medio ambiente, un incremento en la diversidad de combustibles, seguridad nacional, y desarrollo económico.

⁸ Departamento de Energía de EE.UU. – Eficiencia en la generación de energía y energía renovable

Economía

El proyecto brindará beneficios económicos y sociales a la zona y a sus habitantes mediante la inversión y la creación de empleos.

Además, otra de las dinámicas positivas que genera la norma RFS es que los créditos por concepto de uso de combustible renovable pueden transferirse o venderse, y están diseñados para facilitar los requisitos de compra a las partes obligadas. Las refinerías y los importadores pueden recibir créditos si mezclan combustible renovable en un nivel mayor al obligatorio en sus plantas. Esto le brinda a los proveedores de gasolina la flexibilidad de usar menos combustible renovable que el exigido por RFS y aún así acatar la norma adquiriendo créditos de los proveedores que necesitan usar más energía renovable para cumplir con los requisitos. Otro factor en el sistema de créditos de RFS es que el biodiesel vale 1.5 créditos, en comparación con 1 crédito que corresponde al etanol. El sistema de créditos por concepto de combustible renovable es monitoreado y regulado por la EPA.⁹

Este modelo es muy parecido al de "certificados de energía renovable" (CERs) de los proyectos de energía eólica en los Estados que cuentan con una "norma de portafolio de energía renovable" (*renewable energy portfolio Standard* ó RPS). Los CERs que se producen con un proyecto de energía renovable pueden tomar el lugar de un kilovatio hora de electricidad producida y se pueden vender a los productores que no hayan cumplido sus requisitos de la norma RPS para ese año. Básicamente, los productores pueden subsanar sus propias deficiencias en la producción comprando créditos a las plantas generadoras de energía renovable a un precio determinado por el mercado.¹⁰

Aspectos sociales

El público se está haciendo más perceptivo y consciente del medio ambiente y el entorno global, por lo cual se está incrementando la necesidad de contar con combustible alternativo, ya que los consumidores desean contar con una opción distinta para no depender del combustible extranjero.

Aspectos importantes para la certificación:

El proyecto se encuentra dentro de los sectores de COCEF y cumple con los criterios generales.

Asuntos pendientes:

Ninguno.

⁹ Propuesta de crédito a BDAN Nov. 2007

¹⁰ Propuesta de crédito a BDAN Nov. 2007

2. Salud Humana y Medio Ambiente

2.a Cumplimiento con leyes y reglamentos ambientales

La empresa GAF ha obtenido de la Comisión de Calidad Ambiental de Texas (*Texas Commission on Environmental Quality* ó TCEQ) los permisos atmosféricos necesarios. Las solicitudes fueron aprobadas y se les asignó el número de registro TXRNEV 122.

La empresa GAF ha registrado las emisiones asociadas con las instalaciones del proceso de mezclado del biodiesel bajo el Título 30 del Código Administrativo de Texas. El registro es el número: 81973.

El proyecto cumplirá con las siguientes normas o especificaciones:

- Especificaciones para el biodiesel (B100) de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM), Norma ASTM D 6751
- Ley de Políticas de Energía (*Energy Policy Act*) de 2005
- Programa de Normas para Combustibles Renovables (RFS)

La construcción del proyecto se realizará conforme a la normatividad pertinente.

La planta se localiza en el Parque Industrial y de Investigación Global Alternative Fuels GAF. GAF no prevé ni planea ninguna operación que pueda afectar negativamente los recursos culturales o históricos de la zona.

2.b Impactos a la salud humana y el medio ambiente

Impactos a la salud humana

En cuanto a los impactos a la salud humana del proyecto que se propone, no se prevé ningún impacto durante la etapa de construcción, ya que la planta se construirá en un parque industrial y no se contempla ningún movimiento importante de tierras. Para la instalación de los equipos y demás componentes de la planta se aprovecharán los inmuebles que ya existen en el lugar.

Con respecto a las etapas de operación o clausura de este proyecto, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) recientemente otorgó a las plantas que cuentan con tecnología CF-Series de Greenline Industries, un reconocimiento por su proceso de producción de biodiesel en seco con flujo continuo. Este reconocimiento se otorgó por tener un proceso que genera emisiones considerablemente bajas durante la producción de un producto totalmente ecológico (biodiesel). Las emisiones se capturan usando un sistema al vacío montado en rodillos, que atrapa y recicla los elementos residuales. Uno de los puntos de emisión es para los vapores de agua destilada provenientes del secador de aceite, mientras que el segundo punto de emisión es para el sistema de recuperación de metanol, el cual usa un tamiz molecular, un sistema de agua enfriada al vacío, y un filtro de carbón para bajar el índice del metanol a menos de 10 PPM de descarga atmosférica. Se calcula que el volumen total de la descarga de aire es de 575 lbs diarias, lo cual arroja emisiones extremadamente bajas de metanol, de menos de 2.94 lbs diarias. El metanol que queda se recicla nuevamente hacia el sistema.

Además de los impactos positivos de la reducción de las emisiones de NOx y Sox, el uso de grasa amarilla y sebo como materia prima en el proceso de generación de biodiesel representa un método de reciclaje sustentable con el que se impedirá que estos materiales ingresen a las corrientes de agua superficiales y causen problemas de malos olores y contaminación; o que lleguen al drenaje o a las plantas de tratamiento de aguas residuales, causando posibles taponamientos y otros problemas operativos.

En cuanto al producto que habrá de obtenerse, en junio de 2000 se anunció en el Congreso de EE.UU. que el biodiesel se había convertido en el primer y único combustible alternativo que cumplía con los requisitos de análisis sobre efectos a la salud de la Etapa I Etapa II de las Reformas a la Ley de Aire Limpio de 1990. La industria del biodiesel invirtió más de dos millones de dólares y cuatro años en el programa de pruebas sobre efectos a la salud con la finalidad de diferenciar al biodiesel de otros combustibles alternativos e incrementar la confianza de los consumidores en este tipo de combustible.

Mediante los resultados de los análisis de efectos a la salud se concluyó que el biodiesel no es tóxico y es biodegradable, por lo cual no representa un riesgo para

Impactos transfronterizos

No se anticipan impactos negativos a consecuencia del desarrollo de este proyecto. De hecho, se espera que el proyecto provoque un impacto benéfico con la mejora en la calidad del aire que se prevé a consecuencia del uso del biodiesel mezclado con el suministro de combustible regional en la cuenca atmosférica del El Paso, Texas y Juárez, Chihuahua.

Aspectos importantes para la certificación:

El proyecto tendrá impactos ambientales benéficos.

Asuntos pendientes:

Ninguno.

3. Factibilidad Técnica

3.a Aspectos técnicos

Requisitos para el desarrollo del proyecto

Mediante la instalación de un procesador de biodiesel de operación en seco, la empresa Global Alternative Fuels, LLC ó "GAF" generará biodiesel, un combustible limpio y renovable, con una producción inicial de 5 millones de galones anuales. La etapa dos se iniciará con otro procesador para elevar la producción total de biodiesel a 25 millones de galones anuales. La materia prima principal será grasa amarilla (aceite de cocina residual) y sebo (grasa animal).

El proyecto contempla la participación de diversas empresas como socios comerciales, proveedores de materia prima, proveedores de tecnología, y compradores de biodiesel. GAF es el prestatario y la empresa líder en el proyecto, aunque existen otros participantes en la estructura del mismo, como: 1) Proveedor de materia prima – Westway Trading Company; 2) Proveedor de tecnología – Greenline Industries; 3) Compradores de biodiesel – Flying J. Pilot Travel Centers y Western Refining, Inc.; y, 4) Comprador de glicerina – Westway Feeds.

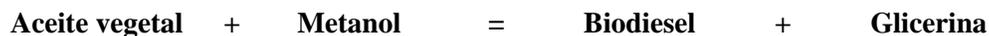
Tecnología apropiada

Biodiesel

Global Alternative Fuel (GAF) ha utilizado tecnología de Greenline Industries, SRS Industries y otros fabricantes de equipo cuya efectividad ha sido comprobada y se ha incorporado al plan general. GAF seleccionó el procesador de biodiesel de Greenline por su capacidad para utilizar diversas materias primas, procesos en seco, y por su tiempo de entrega. El procesador tiene suficiente flexibilidad para usar desde aceite virgen hasta grasa amarilla.

Greenline Industries es un acreditado productor de procesadores de biodiesel. Es una empresa reconocida por el Consejo Nacional de Biodiesel (*National Biodiesel Board*) que utiliza tecnología con comprobada efectividad en la producción de biodiesel de calidad ASTM. Greenline ha instalado treinta procesadores de biodiesel en los EE.UU., Europa y Asia, que han producido millones de galones anuales en forma comercial. Greenline es uno de los principales fabricantes de procesadores de biodiesel, que con el diseño de su sistema pretende minimizar el impacto al medio ambiente mediante la eliminación de los subproductos residuales del proceso de producción.

El proceso básico (Figura 3.1) para cualquier fenómeno de transesterificación inducido por un catalizador implica la migración de cadenas de ésteres de una molécula de triglicéridos, y la reconexión de las cadenas de ésteres con una molécula de metanol o etanol, con lo cual se crea una molécula de éster metílico. Esta molécula de éster metílico es el biodiesel. Diversas acciones químicas y mecánicas se suscitan a la vez para que ocurra el proceso de transesterificación. El catalizador que se usa es una base fuerte, ya sea sodio o potasio. Una vez que se rompen las cadenas de éster, queda una molécula de glicerina como subproducto de la reacción. A continuación se muestra el balance de masas.



1. Tanques de retención de la materia prima

Los tanques que aparecen en la esquina superior izquierda son para retener la materia prima:

- Materia prima vegetal (soya, canola, etc.)
- El segundo tanque para materia prima (opcional) contiene aceite para mezclado (grasas procesadas, aceite de cocina usado y otros materiales idóneos). Este tanque también se puede usar para almacenar un aceite vegetal secundario.

c. Catalizador o metóxido, que puede ser potasio o sodio, y se mezcla con metanol para formar un metilato. Usar metilato es un método seguro y fácil para manejar y mezclar el catalizador en el proceso, ya que no se requiere mezclar abiertamente el metanol con la sosa cáustica, por lo cual los operadores no se exponen ni al metanol ni a los materiales catalizadores.

d. Metanol

2. Módulo opcional de centrifugación y mezclado

El sistema puede procesar dos o más materias primas con valores ácidos similares o disímiles, usando el módulo opcional de mezclado (que se muestra en color amarillo). El valor ácido combinado debe ser menor que ≤ 5 . El valor ácido es un indicador del nivel de ácidos grasos libres (AGL). El valor de AGL es aproximadamente el 50% del valor ácido. En el diagrama se muestra como el grupo color amarillo, justo debajo del tanque de materia prima de la izquierda. La centrifugadora, también opcional, se puede incluir con el módulo de mezclado para ofrecer mayor flexibilidad en la selección de materia prima. La unidad de mezclado simplemente mezcla y mide los diversos componentes. La centrifugadora separa el agua y otros materiales no deseados de la materia prima entrante. Por ejemplo, este esquema se usaría cuando se trabaje con una combinación de soya y grasa de pollo.

3. Módulo de dosificación:

Justo debajo del tanque de metanol se encuentra la estación de mezclado de catalizador con metanol. Es en esta estación donde se mezcla la solución concentrada de metóxido con metanol en las proporciones exactas necesarias para el proceso específico.

La medición se realiza mediante un control de circuito cerrado desde el módulo de cómputo. En la pantalla de la computadora de control se pueden ver los parámetros del proceso y la retroalimentación en tiempo real, de manera que los operadores pueden monitorear los índices de flujo en cualquier momento. Las proporciones de dosificación se miden usando medidores de flujo de masa que se codifican con la masa de la materia prima que entra al sistema.

4. Estación de secado

El agua se considera el flagelo de la industria del biodiesel, ya que ésta hace que se forme jabón en el proceso de transesterificación, además de hacer inestable el combustible terminado. Aunque el proceso de Greenline es totalmente en seco para impedir del todo la contaminación por humedad, Greenline usa dos estaciones de secado. La primera, que se indica con un cuadro verde después de la línea que proviene de la unidad de mezclado, es para recircular y calentar el aceite al vacío con el fin de eliminar cualquier humedad residual en la materia prima entrante. El funcionamiento de la segunda estación de secado –la unidad de remoción de metanol– se aborda posteriormente en este documento.

5. Primer reactor de transesterificación

Inmediatamente después de la estación de secado, la mezcla de dosificación de metanol y catalizador entran a un tubo especial de mezclado y luego al reactor. El sistema consta de un proceso de transesterificación en dos etapas, el cual acelera la eficiencia para la conversión y eleva al máximo el rendimiento. Aproximadamente el 90% del aceite que constituye la materia prima se transesterifica en la primera pasada. Con otros procesos de producción de biodiesel siempre se tiene que sacrificar la calidad del combustible para incrementar la producción. Con el proceso de transesterificación en estación doble de Greenline no se sacrifica la calidad en aras de la producción. El secreto consiste en el diseño patentado del tanque de reacción y en el corte del combustible después del primer reactor de transesterificación. El resultado es un rendimiento elevado de un combustible de alta calidad.

6. Remoción de glicerina

La separación inicial de la glicerina de la corriente del producto se realiza usando un tanque de sedimentación que se localiza directamente después de la primera estación de reacción. Luego, la glicerina se bombea hacia el tanque de almacenamiento (6a) que aparece en la esquina superior derecha del diagrama. La glicerina contiene aproximadamente un 2% de metanol. Esta pequeña cantidad ayuda a que la glicerina se conserve líquida a medida que baja la temperatura ambiente. El tanque de almacenamiento de glicerina se encuentra en la esquina superior derecha de la ilustración.

7. Segundo reactor de transesterificación

Inmediatamente después de la estación de remoción de glicerina, la segunda mezcla de dosificación de metanol y catalizador entra a un tubo de mezclado especial y luego al reactor. Esta combinación es una mezcla ligeramente distinta de catalizador. Todas las mediciones se controlan por medio de la computadora. El segundo reactor empuja la reacción para que el proceso pueda hacer reaccionar a los monoglicéridos, diglicéridos, o triglicéridos.

8. Tanques de remoción de glicerina y sedimentación

En este paso la mezcla de productos se envía a los tanques de sedimentación (2, 3 y 4) después de pasar por el segundo reactor. Junto con el subproducto de glicerina se van vestigios de biodiesel, metanol y el catalizador restante al tanque de retención de glicerina (6^a) que se muestra en el área superior derecha del diagrama.

9. Lavado en seco por intercambio iónico

Después de los tanques de sedimentación, el biodiesel se va a las torres de intercambio iónico. Uno de los principales motivos por los que muchos clientes eligen el sistema de Greenline es por el lavado en seco. Greenline fue el pionero en el uso del lavado en seco, en colaboración con la Corporación Rohm-Haas, con la cual creó una singular resina de intercambio de iones activos conocida como Amberlite. Este material fue específicamente diseñado para trabajar con el sistema Greenline. Greenline ha realizado un considerable esfuerzo en materia de investigación y desarrollo en colaboración con Rohm-Haas, aprovechando su amplia experiencia en tecnología iónica, para crear este sistema patentado de purificación.

La resina Amberlite se parece al café molido y funciona igual que el café en un percolador. La corriente de biodiesel entra a la parte superior del percolador y gotea a través del cilindro de Amberlite. El material iónico activo del Amberlite reacciona con el material que se desea eliminar del biodiesel. La reacción química neutraliza al catalizador, y el material resultante se pega al Amberlite, eliminándose así completamente del combustible. El producto final es puro y totalmente seco. El Amberlite debe reemplazarse a razón de alrededor de 1 tonelada métrica por cada 250,000 galones de biodiesel procesado. Una vez que termina su vida útil, el Amberlite es neutral y no tóxico. No es un residuo peligroso y se puede usar como material de relleno. El Amberlite se puede cambiar sin tener que apagar o interrumpir el proceso. Los tanques se acomodan en serie y se les puede dar servicio sin necesidad de parar el proceso.

10. Recuperación de metanol

Después del módulo de depuración, la corriente del producto entra a la unidad de recuperación de metanol, en la cual el aceite se calienta a más de 100 °C al vacío. Luego el aceite se filtra hacia placas de dispersión calientes para facilitar la eliminación del metanol. El metanol recuperado se canaliza de nuevo a la unidad principal de almacenamiento de metanol.

11. Filtro de depuración

El filtro de depuración retira las partículas extremadamente finas que pudieran haber alcanzado a pasar por el procesador. Existen varios niveles de filtros para partículas, y están configurados de m09 Tr-2(a8(s6(al qlradnivmamies se fillient7(se un)TJO:0008 Tc 0.0004 T8.22.984 0)6nede cambiar sin tenas que p

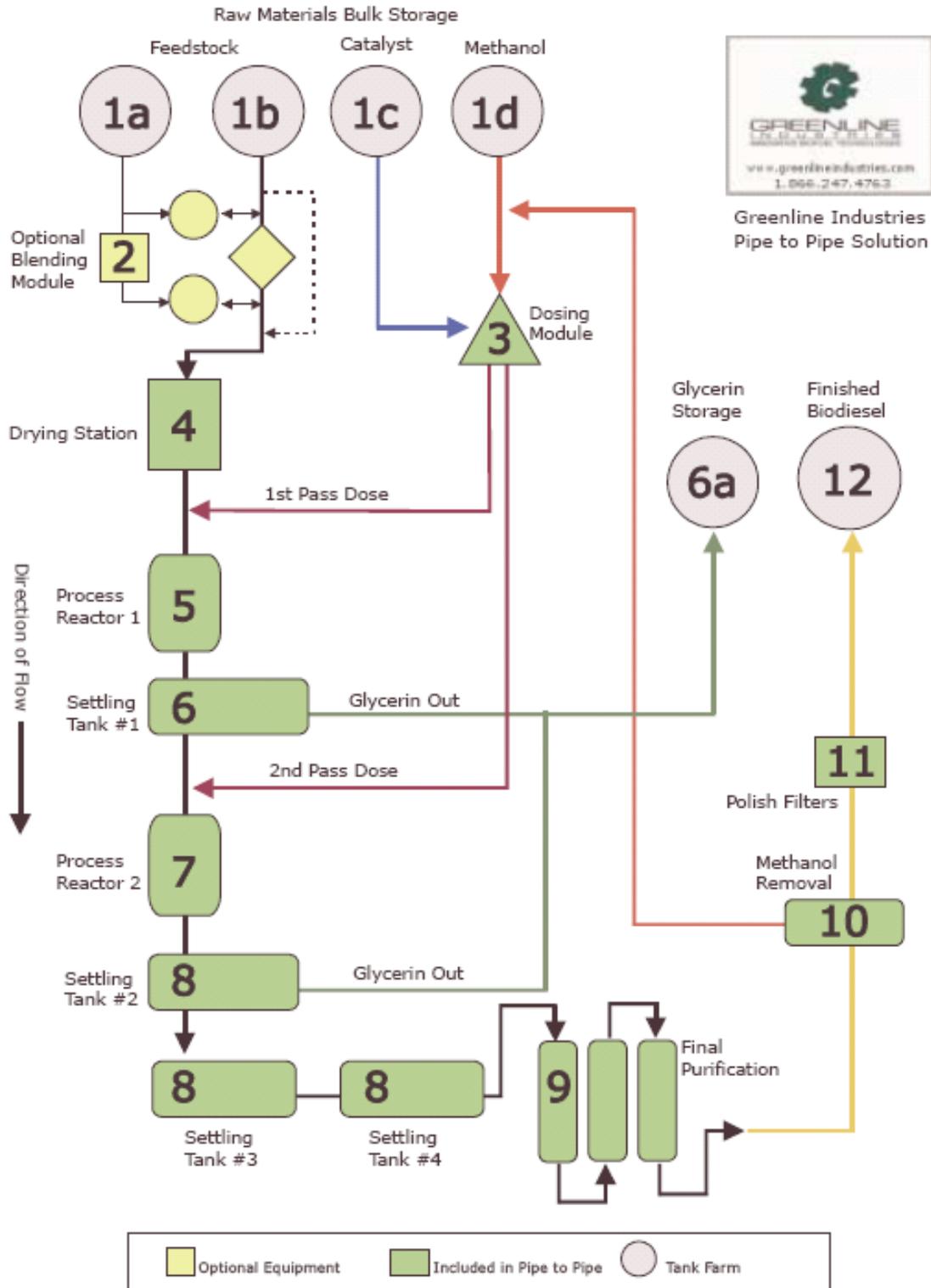
Balance de Masas

El Cuadro 3.1 contiene el balance de masas del proceso de transesterificación de Greenline. Todos los valores corresponden al peso indicado.

Cuadro 3.1 Balance de Masas

Entradas	Kg
Aceite virgen	1,000
Hidróxido de potasio (peso seco)	9.3
Metanol	140
Total	1,149.3
Salidas	
Biodiesel	942.4
Glicerina + Impurezas	206.9
Total	1,149.3

Figura 3.1 Proceso de generación de biodiesel



La Figura 3.2 es una fotografía de las instalaciones del procesador.

Figura 3.2 Instalaciones del procesador de GAF



GAF ha celebrado convenios con proveedores de materia prima y compradores de biodiesel y glicerina. Los proveedores de materia prima han accedido a surtir en forma ininterrumpida y a un precio económico grasa amarilla o sebo, durante un plazo fijo de cinco años, el cual es de importancia estratégica para GAF.

El convenio de consumo con Westway Feeds para la compra de glicerina generará un pequeño flujo de ingresos a partir de un subproducto que se usa como material para hacer alimento para animales. Este acuerdo es benéfico, ya que de lo contrario la glicerina se convertiría en un subproducto "residual" que se tendría que procesar y eliminar, generando un costo de O y M para el proyecto.

Los compradores de biodiesel de las Etapas 1 y 2 se ubican todos en la región de El Paso. Para la Etapa 1, los centros Pilot Travel Centers se han comprometido a adquirir los primeros 5 millones de galones. Para la etapa 2, Western Refining, Inc. es el principales cliente en la negociación para la venta de los siguientes 20 millones de galones. Estos contratos son a un plazo de 3 años con dos opciones de renovación a otros tres años más. Todas estas entidades desean adquirir biodiesel para mezclarlo con petrodiesel y así generar un producto de biodiesel B2, B5, o B10.

Energía renovable

Rio Grande Renewable Electric, LLC ó "RGRE", una empresa hermana de GAF, es consumidor potencial de biodiesel.

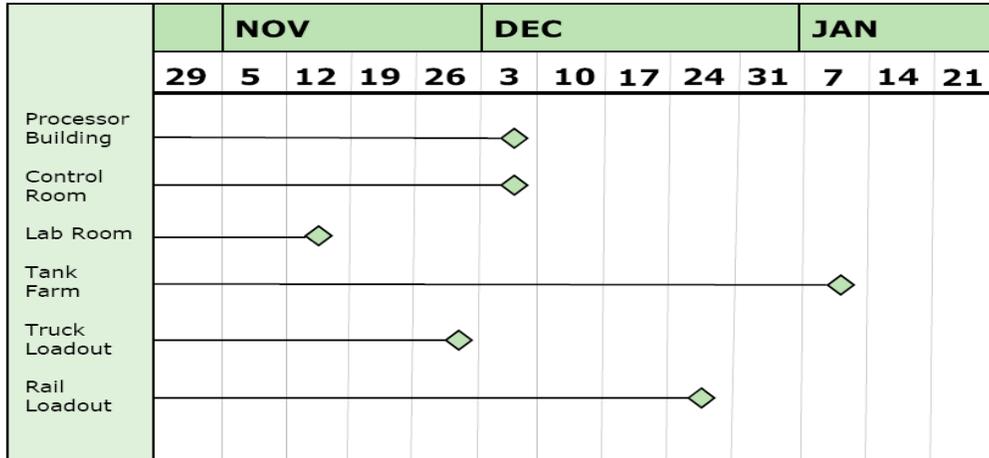
Requisitos en materia de propiedad y servidumbres

Se registró ante el Secretario de Estado de Texas un acta constitutiva modificada de la empresa Global Alternative Fuels, LLC con fecha de entrada en vigor el 1º de enero de 2007. La empresa GAF es administrada por un equipo de profesionales con experiencia en ingeniería industrial y eléctrica, envíos y logística, finanzas corporativas, contabilidad, y gestión e implementación de proyectos de infraestructura. La planta se encuentra en el Parque Industrial y de Investigación Global Alternative Fuels GAF, en 3500 Doniphan Drive.

Tareas y calendario

El siguiente diagrama de Gantt muestra el trabajo de desarrollo de la planta de biodiesel. Los siguientes planes de desarrollo de las etapas posteriores se finalizarán una vez que concluya la etapa uno.

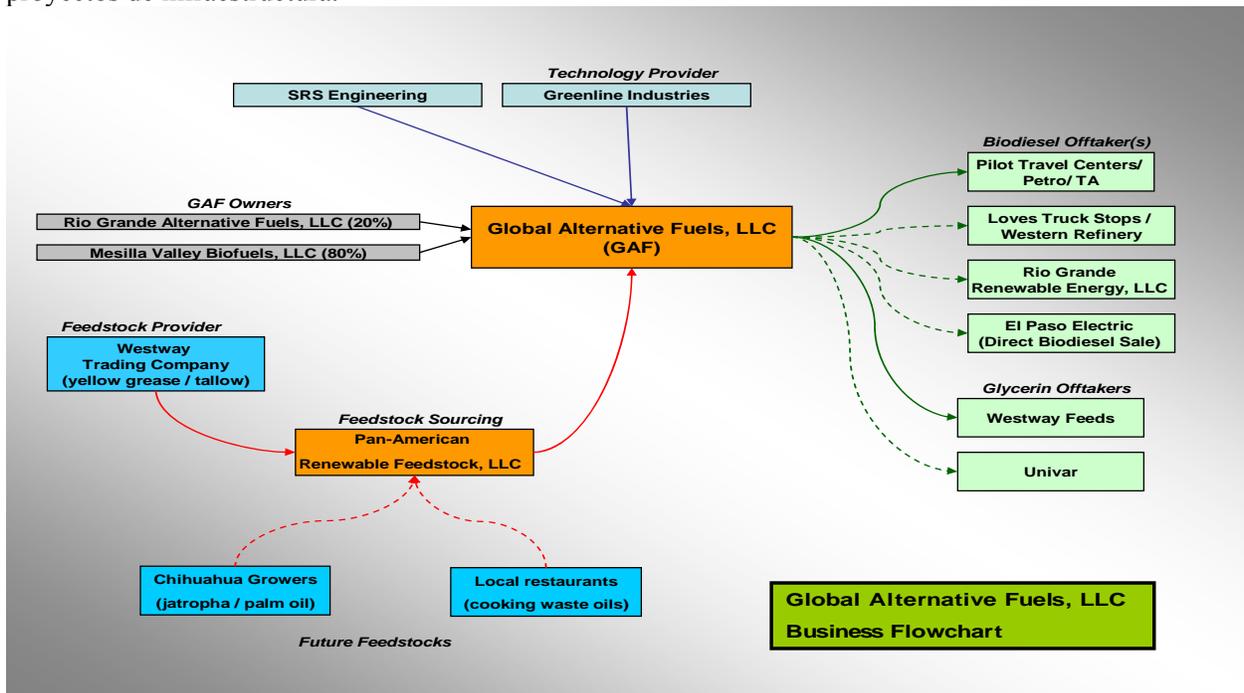
GAF Gantt



3.b Administración y operación

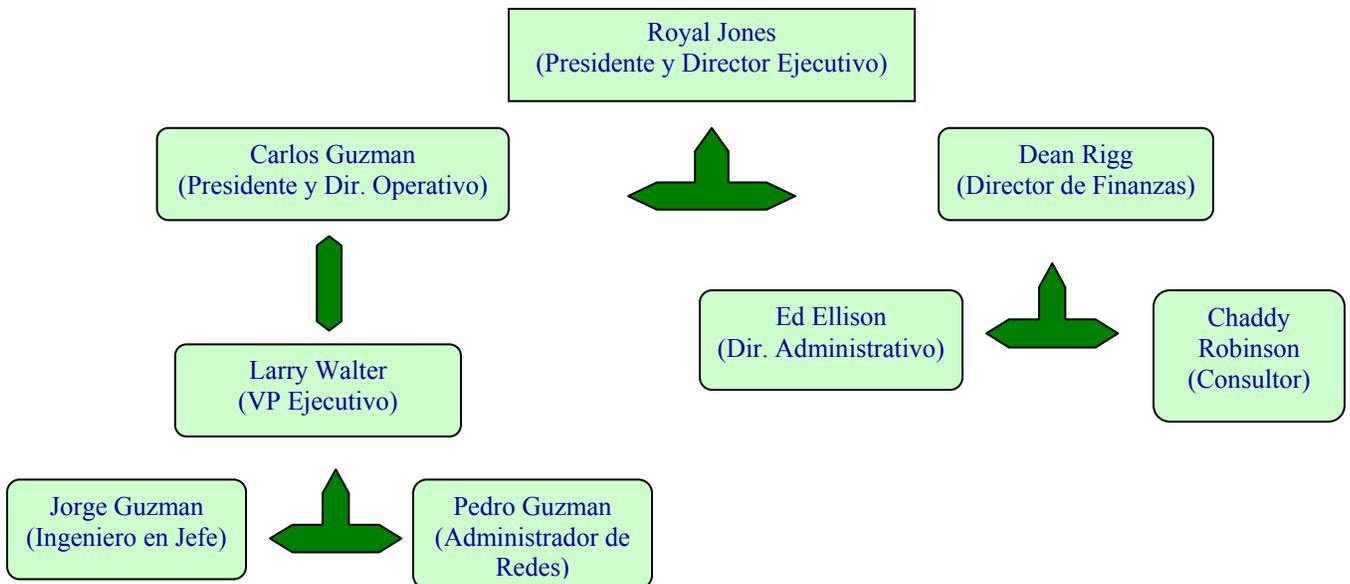
Administración del proyecto

En el siguiente organigrama se indica la interacción entre los diversos proveedores y clientes de GAF. Este diagrama muestra las aportaciones y consumos, además de indicar los planes de desarrollo a futuro. La empresa GAF es administrada por un equipo de profesionales con experiencia en ingeniería industrial y eléctrica, envíos y logística, finanzas corporativas, contabilidad, y gestión e implementación de proyectos de infraestructura.



GAF tiene dinámicos planes de crecimiento para su planta productora de biodiesel, ya que propone crecer hasta elevar la capacidad de producción a 105 millones de galones para el año 2014. Su plan es convertirse en el principal productor de biodiesel en la región del occidente de Texas y el sur de Nuevo México, y llegar a ser la principal fuente generadora de biodiesel para mezclas con petrodiesel. Actualmente hay sólo dos pequeños productores en la región que generan menos de 1 millón de galones anuales cada uno y se enfocan a nichos de mercado muy específicos para el sector agrícola en el Condado de Doña Ana, Nuevo México. GAF no considera a estos dos productores de pequeña escala como competencia importante en su plan de crecimiento comercial.

Operación y mantenimiento Organización



Operación y mantenimiento Biodiesel

Greenline Industries, la empresa que diseña el procesador, usará monitoreo a control remoto para conectarse a su equipo de energía eléctrica en cualquier parte del mundo, las 24 horas del día, 7 días a la semana, los 365 días del año, mediante el uso de *hardware* en la planta, tecnologías de comunicación y *software* para uso a través de Internet.

El Cuadro 3.2 muestra el calendario de mantenimiento típico de los motores diesel.

Cuadro 3.2 Programa de mantenimiento

Maintenance Items	Service time				
	Daily	Weekly	Monthly	6 Months	Yearly
Inspection	X				
Check coolant heater	X				
Check coolant level	X				
Check oil level	X				
Check fuel level	X				
Check charge-air piping	X				
Check/clean air cleaner		X			
Check battery charger		X			
Drain fuel filter		X			
Drain water from fuel tank		X			
Check coolant concentration			X		
Check drive belt tension			X		
Drain exhaust condensate			X		
Check starting batteries			X		
Change oil and filter				X	
Change coolant filter				X	
Clean crankcase breather				X	
Change air cleaner element				X	
Check radiator hoses				X	
Change fuel filters				X	
Clean cooling system					X

Permisos, licencias y otros requisitos normativos

La empresa GAF ha obtenido de la Comisión de Calidad Ambiental de Texas (*Texas Commission on Environmental Quality* ó TCEQ) los permisos atmosféricos necesarios. Las solicitudes fueron aprobadas y se les asignó el número de registro TXRNEV 122.

La empresa GAF ha registrado las emisiones asociadas con las instalaciones del proceso de mezclado del biodiesel bajo el Título 30 del Código Administrativo de Texas. El registro es el número 81973.

El proyecto cumplirá con las siguientes normas o especificaciones:

- Especificaciones para el biodiesel (B100) de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM), Norma ASTM D 6751
- Ley de Políticas de Energía (*Energy Policy Act*) de 2005
- Programa de Normas para Combustibles Renovables (RFS)

La construcción del proyecto se realizará conforme a la normatividad pertinente.

Aspectos importantes para la certificación:

Se revisó la información proporcionada por el promotor y se encontró satisfactoria.

Asuntos pendientes:

Ninguno.

4. Factibilidad Financiera

4.a Factibilidad financiera

Condiciones financieras

El Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN), después de analizar la información financiera presentada por el promotor, determinó que la capacidad y la estructura financieras son adecuadas. La información presentada y los análisis financieros incluyeron, entre otros datos:

- i) Estados financieros históricos y pro forma
- ii) Estructura financiera del proyecto
- iii) Plan y presupuesto de mejoras
- iv) Presupuesto de operación y mantenimiento histórico y pro forma
- v) Análisis de sensibilidad y punto de equilibrio, y
- vi) Información económica y demográfica sobre la zona del proyecto

Costos del proyecto, estructura de fondeo, y otros planes de inversión de capital

En la propuesta de crédito que habrá de enviarse al Comité de Finanzas de BDAN para su autorización se incluirá un análisis detallado de la información financiera del proyecto. A continuación se presenta un resumen del análisis financiero elaborado por BDAN:

El costo total del proyecto se calcula del orden de \$26.6 millones de dólares (Cuadro 4.1), incluyendo el diseño, la gestión de la construcción, cuotas y comisiones, contingencias, e impuestos. Se prevé que los costos directos serán de \$22.9 millones de dólares, mientras que los costos indirectos serían de \$3.75 millones de dólares.

Cuadro 4.1 Costo total del proyecto

(Millones de dólares)

TIPO	\$	%
Costos directos	22.90	85.9
Costos indirectos	3.75	14.1
TOTAL	26.65	100.0

Fuente: GAF 2007

Fuentes de ingresos especificadas

GAF ha solicitado a BDAN \$19.9 millones de dólares a crédito para financiar el proyecto. El Cuadro 4.2 presenta el esquema de uso y aportación de recursos financieros.

Cuadro 4.2 Uso de fondos y fuentes de fondeo

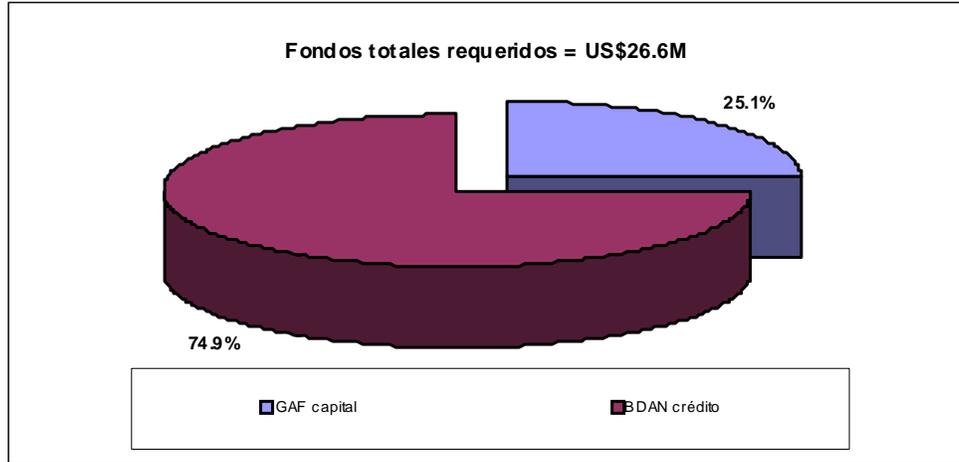
(Millones de dólares)

	ETAPA 1	ETAPA 2	Total
Uso de fondos			
Inversiones en infraestructura	5.86	17.04	22.9
Puesta en marcha	0.65	0.25	0.90
Contingencias	<u>0.26</u>	<u>2.59</u>	<u>2.85</u>
TOTAL	6.77	19.88	26.65
Fuentes			
Capital de GAF	3.32	3.34	6.66
Crédito de BDAN	<u>3.44</u>	<u>16.55</u>	<u>19.99</u>
TOTAL	6.76	19.89	26.65

Fuente: GAF 2007

El Diagrama 4.1 presenta las fuentes de financiamiento del proyecto.

Diagrama 4.1 Fuentes de financiamiento



En términos generales, se puede concluir que el desempeño financiero de GAF será satisfactorio y coincidirá con su plan empresarial. GAF tiene un sólido personal administrativo que cuenta con experiencia y conocimientos. Los conocimientos de GAF sobre el mercado lo convierten en una de las empresas líderes en este campo. Se calcula que los ingresos previstos durante la vida útil del proyecto serán suficientes para enfrentar los compromisos derivados del servicio de la deuda con BDAN y continuar las actividades rutinarias de GAF.

4.b Consideraciones jurídicas

La empresa GAF es administrada por un equipo de profesionales con experiencia en ingeniería industrial y eléctrica, envíos y logística, finanzas corporativas, contabilidad, y gestión e implementación de proyectos de infraestructura.

Aspectos importantes para la certificación:

La factibilidad financiera del proyecto fue analizada por BDAN, determinándose que es financieramente factible.

Asuntos pendientes:

Ninguno.

5. Participación Pública

Comité de seguimiento

En el caso de la categoría de Proyectos de infraestructura ambiental del sector privado no es requisito formar un Comité de Seguimiento.

Acceso del público a la información

El Documento de Certificación del proyecto (DCP) estará sujeto a consulta pública durante un periodo de 30 días.

Informe final de participación pública

En el caso de la categoría de Proyectos de infraestructura ambiental del sector privado no es requisito formar un Comité de Seguimiento ni realizar reuniones públicas, por lo cual no se elaborará ningún informe final.

Periodo de consulta pública general

El Documento de Certificación del Proyecto (DCP) se dio a conocer para fines de consulta pública el día _____ (fecha).

El DCP se publicó en BECCNet, el sitio *web* de COCEF, El Paso Times, etc.

Aspectos importantes para la certificación:

El proyecto cumple con todos los principios de participación ciudadana que corresponden a los proyectos de infraestructura ambiental del sector privado.

Asuntos pendientes:

Ninguno.

6. Desarrollo Sustentable

6.a Fortalecimiento de la capacidad institucional y humana

Greenline Industries proporcionará capacitación al personal de GAF.

6.b Cumplimiento con las leyes y reglamentos municipales, estatales y regionales pertinentes y con los planes de conservación y desarrollo

La empresa GAF ha obtenido de la Comisión de Calidad Ambiental de Texas (*Texas Commission on Environmental Quality* ó TCEQ) los permisos atmosféricos necesarios. Las solicitudes fueron aprobadas y se les asignó el número de registro TXRNEV 122.

La empresa GAF ha registrado las emisiones asociadas con las instalaciones del proceso de mezclado del biodiesel bajo el Título 30 del Código Administrativo de Texas. El registro es el número: 81973.

En junio de 2000 se anunció en el Congreso de EE.UU. que el biodiesel se había convertido en el primer y único combustible alternativo que cumplía con los requisitos de análisis sobre efectos a la salud de la Etapa I y Etapa II de las Reformas a la Ley de Aire Limpio de 1990.

El proyecto cumplirá con las siguientes normas o especificaciones:

- Especificaciones para el biodiesel (B100) de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM), Norma ASTM D 6751
- Ley de Políticas de Energía (*Energy Policy Act*) de 2005
- Programa de Normas para Combustibles Renovables (RFS)

La construcción del proyecto se realizará conforme a la normatividad pertinente.

6.c Conservación de los recursos naturales

En un estudio del Departamento de Energía de EE.UU. se demostró que la producción y el uso de biodiesel (B100), en comparación con el diesel #2, genera una reducción del 75% en las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).¹² Con el uso del B20 el nivel de dióxido de carbono se reduce más del 15%. El dióxido de carbono es el más importante de los gases que contribuyen al efecto invernadero.

6.d Desarrollo de la comunidad

El proyecto brindará beneficios económicos y sociales a la zona y a sus habitantes mediante la inversión y la creación de empleos.

El público se está haciendo más perceptivo y consciente del medio ambiente y el entorno global, por lo cual se está incrementando la necesidad de contar con combustible alternativo, ya que los consumidores desean contar con una opción distinta para no depender del combustible extranjero.

Aspectos importantes para la certificación:

El proyecto cumple con todos los principios del desarrollo sustentable.

Asuntos pendientes:

Ninguno.

¹² National Biodiesel Board – Beneficios del biodiesel