



UNIVERSIDAD DE VALPARAISO  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
ADMINISTRACION DE NEGOCIOS INTERNACIONALES

¿SERA FACTIBLE Y ACEPTABLE DESARROLLAR Y/O ELABORAR BIODIESEL  
EN CHILE?

Autor:

CATALINA SOFIA BARRA SIELFELD

INFORME DE PRACTICA PROFESIONAL PRESENTADA A LA  
CARRERA DE ADMINISTRACION DE NEGOCIOS INTERNACIONALES  
DE LA UNIVERSIDAD DE VALPARAISO PARA OPTAR AL  
GRADO DE LICENCIADO EN NEGOCIACIONES INTERNACIONALES  
TITULO PROFESIONAL DE ADMINISTRADOR DE NEGOCIOS  
INTERNACIONALES

PROFESOR GUIA: ROBERTO YOKOTA

Viña del Mar, Julio de 2014

## INDICE

|                                                                             | <b>Página</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Introducción.....                                                           | 1             |
| Capítulo I: “Antecedente de la Práctica”.....                               | 6             |
| 1.1 Descripción de la Empresa.....                                          | 6             |
| 1.1.1 Reseña Histórica.....                                                 | 8             |
| 1.1.2 Misión y Visión.....                                                  | 10            |
| 1.1.3 Productos o Servicios.....                                            | 16            |
| 1.1.4 Mercados.....                                                         | 19            |
| 1.1.5 Organigrama de la Empresa.....                                        | 26            |
| 1.1.6 Políticas.....                                                        | 28            |
| 1.2 Descripción de las funciones realizadas en la práctica profesional..... | 35            |
| 1.2.1 Trabajo Desarrollado.....                                             | 35            |
| 1.2.1.1 División Abastecimiento.....                                        | 37            |
| 1.2.1.2 División Comercio Exterior.....                                     | 38            |
| 1.2.1.3 División Bodega.....                                                | 38            |
| 1.2.2 Razones que impulsan el tema.....                                     | 39            |
| <br>                                                                        |               |
| Capítulo II: “Desarrollo del Tema”.....                                     | 43            |
| 2.1 Objetivos Generales y Específicos.....                                  | 43            |

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.2 Marco Teórico.....                                                                 | 44  |
| 2.3 Léxico.....                                                                        | 48  |
| 2.4 Desarrollo de la Investigación.....                                                | 53  |
| 2.4.1 Introducción al Tema.....                                                        | 53  |
| 2.4.2 Biomasa: Origen de Biodiesel.....                                                | 54  |
| 2.4.3 Biodiesel y la relación con el Medio Ambiente.....                               | 58  |
| 2.4.3.1 Leyes y Normas.....                                                            | 62  |
| 2.4.4 Producción Biodiesel.....                                                        | 71  |
| 2.4.4.1 Materia Prima para Biodiesel.....                                              | 72  |
| 2.4.4.2 Procesos de Producción.....                                                    | 74  |
| 2.4.5 Ventajas del uso del Biodiesel.....                                              | 78  |
| 2.4.6 Riesgos e impactos del uso del Biodiesel.....                                    | 80  |
| 2.4.6.1 Medio Ambiente.....                                                            | 80  |
| 2.4.6.2 Industrial.....                                                                | 83  |
| 2.4.6.3 Social.....                                                                    | 84  |
| 2.4.6.4 Economía.....                                                                  | 85  |
| 2.4.7 Biodiesel en el Mundo.....                                                       | 92  |
| 3 Cuadro resumen de Ventajas y Desventajas en base a lo anteriormente<br>expuesto..... | 94  |
| Análisis y Conclusiones.....                                                           | 95  |
| Referencias.....                                                                       | 101 |
| Anexos.....                                                                            | 105 |

## INDICE FIGURAS

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: “Producción, Consumo e Importaciones de petróleo crudo en mm <sup>3</sup> ” .....                                   | 2  |
| Figura 2: “Ingresos de ENAP por Productos” .....                                                                              | 12 |
| Figura 3: “Estructura del Precio en la Región Metropolitana” .....                                                            | 18 |
| Figura 4: “Presencia de ENAP en el Mundo” .....                                                                               | 21 |
| Figura 5: “Participación en distintos Mercados” .....                                                                         | 22 |
| Figura 6: “Participación en Mercado Nacional” .....                                                                           | 24 |
| Figura 7: “Organigrama General de ENAP” .....                                                                                 | 27 |
| Figura 8: “Organigrama Parcial” .....                                                                                         | 36 |
| Figura 9: “Posición de Países en 2011 respecto al Protocolo de Kyoto” .....                                                   | 52 |
| Figura 10: “Esquema de Biodiesel” .....                                                                                       | 55 |
| Figura 11: “Proceso de la Biomasa” .....                                                                                      | 56 |
| Figura 12: “Proceso de Transesterificación” .....                                                                             | 59 |
| Figura 13: “Emisiones de Gas de Efecto Invernadero en las distintas etapas del ciclo de vida de las mezclas estudiadas” ..... | 61 |
| Figura 14: “Participación Producción de Biodiesel en UE año 2005” .....                                                       | 67 |
| Figura 15: “Proyección Biocombustibles para el año 2030” .....                                                                | 68 |
| Figura 16: “Especificaciones de Calidad que el Biodiesel debe cumplir” .....                                                  | 70 |
| Figura 17: “Reacción estándar para la obtención de biodiesel” .....                                                           | 75 |
| Figura 18: “Proceso Estándar de Producción de Biodiesel” .....                                                                | 76 |

|                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 19: “Costos de Producción de Biodiesel”.....                                                                                                                                              | 87 |
| Figura 20: “Costo estimado de Biodiesel (B100) vs. Precio de combustible Diesel”.<br>(“Estimated B100Soy Biodiesel Cost Breakeven at the Plant vs. Wholesale Diesel Fuel<br>Price”).....         | 89 |
| Figura 21: “Costo de equilibrio estimado de B5 de Soja vs. Precio al por mayor de<br>combustible Diesel”. (“Estimated B-5 Soy Biodiesel Breakeven Cost vs. Wholesale<br>Diesel Fuel Price”)..... | 91 |
| Figura 22: “Biodiesel en el Mundo”.....                                                                                                                                                          | 93 |

## **ABREVIATURAS**

1. **ENAP:** Empresa Nacional del Petróleo
2. **CEOP:** Contrato especial de operación petrolera
3. **CORFO:** Corporación de Fomento de la Producción
4. **ERSA:** ENAP Refinerías S.A.
5. **RA:** Residuo Atmosférico
6. **RSE:** Responsabilidad Social Empresarial
7. **GNL:** Gas Natural Licuado
8. **ANP:** Agencia Nacional de Petróleo
9. **UE:** Unión Europea
10. **GEI:** Gases de Efecto Invernadero
11. **CONAE:** Comisión Nacional de Energía
12. **CICE:** Centro de Innovación y Conocimiento de ENAP
13. **TLC:** Tratado de Libre Comercio
14. **CO2:** Dióxido de Carbono
15. **ERB:** ENAP Refinerías Bio-Bío.
16. **COPEC:** Compañía de Petróleos de Chile.
17. **ENEX:** Empresa Nacional de Energía.
18. **RPC:** Refinería de Petróleo Con-Cón.

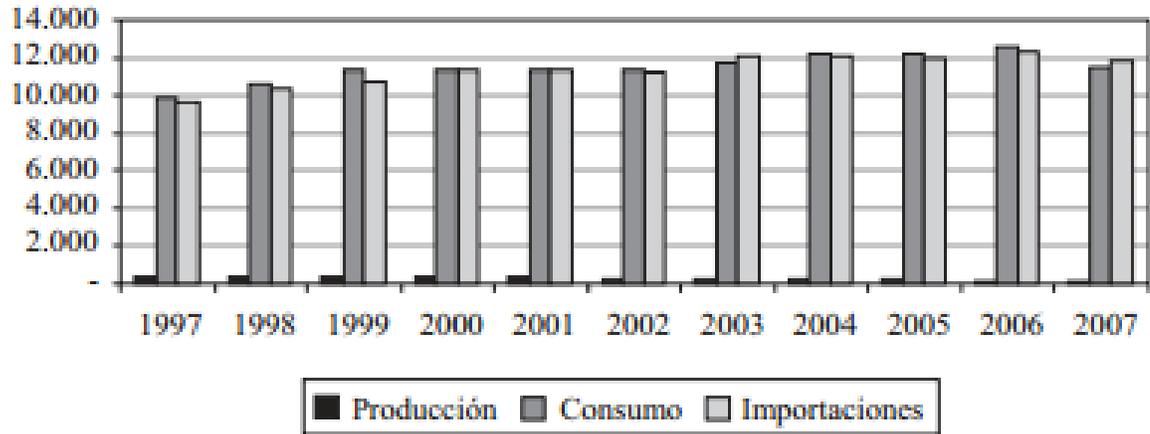
## **INTRODUCCION**

Desde el siglo XX ha quedado demostrada la importancia que posee el petróleo para todas las naciones del mundo. Este producto es esencial para fábricas, empresas y para la sociedad. Debido a la gran relevancia del crudo, su explotación ha ido en aumento. Se ha convertido en un recurso escaso, disputado por países, generando guerras y crisis.

En aquellos tiempos, el negocio del petróleo no era explotado por ninguna empresa chilena, por lo que el Estado intervino mediante la creación de Empresa Nacional del Petróleo (ENAP, como se definirá en adelante), con el fin de generar beneficios socio-económicos para la nación. ENAP es la única empresa que produce y refina petróleo en Chile. A pesar de ser de carácter estatal, en algunos casos estipulados pueden participar entidades privadas a través del uso de un contrato especial de operación petrolera o Ceop.

Actualmente, tanto la escasez como la demanda del petróleo han ido en aumento, además los yacimientos en territorio chileno son insuficientes para cubrir la necesidad del producto que el país requiere. Por ello es que ENAP genera importaciones del crudo y lo refina en Chile. A continuación se presenta un gráfico de barras, donde se muestra la cantidad producida, consumida e importada de petróleo crudo entre los años 1997 y 2007.

Figura 1: “Producción, Consumo e Importaciones de petróleo crudo en mm<sup>3</sup>”



Fuente: [http://www.cepchile.cl/1\\_4431/doc/la\\_industria\\_del\\_petroleo\\_en\\_chile.html#U2EZhyF5PVU](http://www.cepchile.cl/1_4431/doc/la_industria_del_petroleo_en_chile.html#U2EZhyF5PVU).

30.04.2014, 23:02

El petróleo representa un commodity de alto valor a nivel mundial. Este producto, a pesar de poseer una gran relevancia, también genera impactos negativos para el medio ambiente y para el desarrollo sostenible de los países que lo utilizan. Los derrames de petróleo son nocivos para las especies marinas y aves. Los gases que son expedidos por autos, naves y/o fábricas que utilizan petróleo, perjudican el aire que se respira y contribuyen con el aumento de diámetro de la abertura en la capa ozono, que cada día amenaza a la humanidad.

Para poder aumentar la generación del diesel, y al mismo tiempo disminuir las consecuencias nocivas del petróleo, se propone el desarrollo de biodiesel. Este, en primer lugar, es posible de generar dentro de Chile y, quizás, incluso en un futuro sea

posible exportarlo. Con ello, también, Chile tendría la posibilidad de mejorar la situación económica, social, política y medio ambiental del país.

Debido a la importancia que el crudo posee y las consecuencias que han conllevado su explotación y uso, se han creado diversos tratados con el fin de regularizar el negocio en general del petróleo. Un buen ejemplo es el tratado de Kyoto, donde los países más influyentes figuran como integrantes (más información durante la investigación del tema).

Si se lograra posicionar a Chile como un miembro más activo dentro del mercado petrolero, mediante la aplicación y desarrollo de biodiesel, se generarían beneficios para los negocios (mejor visión país), para la sociedad (mejor calidad medio ambiental) y también para ENAP.

Por su carácter de empresa internacional se aprovecha la oportunidad de realizar la práctica profesional en ENAP, de donde emana este Informe de Práctica Ampliado, donde se lleva a cabo una pesquisa sobre un tema motivado por la práctica realizada. Se basará en diferentes factores, tanto internos como externos, para generar una visión del funcionamiento de una empresa con mirada internacional. Además, cabe destacar que el trabajo se desarrollará apuntando siempre al ámbito medio ambiental, debido a que tanto para ENAP como para los negocios actuales internacionales este punto es de vital relevancia. No obstante de esto, la motivación y tema central del informe nace de la

práctica realizada en la empresa, teniendo en cuenta el factor de desarrollo sostenible y que el producto más vendido por ENAP sea el diesel, es que se genera el objetivo fundamental que impulsa el trabajo, ¿será factible y aceptable desarrollar y/o elaborar biodiesel en Chile? A continuación se presenta el desarrollo del presente trabajo.

El primer capítulo de este Informe de Práctica corresponde a la presentación de la empresa, lugar donde se efectuó la práctica profesional. Se analizarán los pilares esenciales de la organización, la misión y visión, y la forma en que estas se reflejaron durante el periodo de la práctica y se aplicaron en cada aspecto dentro del área laboral. En tal sentido, se puede observar que la empresa le otorga gran importancia al impacto medio ambiental que sus productos y prácticas puedan generar. Esto involucra tanto al ecosistema como a la sociedad inmersa en el rubro de la empresa, por esta razón el trabajo se basará en el desarrollo sustentable del crudo.

Al finalizar la presentación de la empresa se generará un análisis desde un enfoque medio ambiental, con el fin de crear el enlace con el tema a analizar. Posteriormente, se presenta un detalle de los productos que ENAP entrega y, a la vez, que le proveen, y luego los mercados que la empresa abastece. En seguida se presentará el organigrama general de la empresa y, en específico, el área de comercio exterior, lugar donde se realizó la práctica profesional.

En el segundo capítulo se desarrolla el tema seleccionado, identificado desde la práctica profesional. La investigación contiene el objetivo general, el cual es el estudio de la factibilidad y aceptabilidad del desarrollo y/o elaboración de biodiesel en Chile. Este se llevará a cabo a través de los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar fuente de biomasa.
2. Tecnología disponible para el desarrollo de biodiesel.
3. Investigar la forma de desarrollar un biocombustible en Chile.
4. Aplicabilidad de la elaboración de biodiesel.
5. Analizar las repercusiones, tanto positivas como negativas, de la aplicación y desarrollo de biodiesel en Chile.

En estos objetivos se encuentra información y datos esenciales para cumplir con el objetivo general ya mencionado.

## **CAPITULO I: ANTECEDENTES DE LA PRACTICA**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

ENAP fue fundada el 19 de Junio de 1950 por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), con el principal objetivo de proveer petróleo al país, mediante la explotación de yacimiento de hidrocarburos en Magallanes. De esta manera, también, se contribuyó con el desarrollo del bienestar social y económico. ENAP es una empresa estatal, por lo que el agente controlador es el Gobierno de Chile. A lo largo del tiempo se han creado lazos con diversos países del mundo, por lo que cuenta con un amplio mercado y presencia internacional.

<sup>1</sup>Todos los yacimientos petrolíferos en territorio nacional son propiedad del Estado chileno, pero, con el transcurso de los años, se crearon estatutos que permitieron la participación de entidades privadas. La razón de incluir empresas privadas es netamente económica.

ENAP representa uno de los pilares fundamentales para el desarrollo del país, debido a la importancia que posee para el desarrollo económico nacional. Este producto

---

<sup>1</sup> “La Industria del petróleo en Chile”.  
[http://www.cepchile.cl/1\\_4431/doc/la\\_industria\\_del\\_petroleo\\_en\\_chile.html#U2EZhYF5PVU](http://www.cepchile.cl/1_4431/doc/la_industria_del_petroleo_en_chile.html#U2EZhYF5PVU),  
01.04.2014, 0:33

es una esencial fuente energética utilizada a nivel mundial, y su principal uso es como combustible para maquinaria y medios de transporte. Además proporciona calor, luz, se aplica para la lubricación de máquinas, también para crear asfalto, entre diversas otras aplicaciones y usos. El gran problema que conlleva esta dependencia del crudo, es que es un producto no renovable y su escasez ha ido en aumento a lo largo del tiempo. Podría llegar el día en que el petróleo dejará de existir, lo cual creará caos masivo en todo el mundo. Centrales térmicas, buses, automóviles, barcos, aviones e incluso fábricas y empresas se verían forzadas a dejar de operar con este tipo de energía. Vale decir que el petróleo es un producto muy contaminante, pero aún así es altamente relevante para el funcionamiento del país, y por ello la importancia del tema aquí planteado.

### 1.1.1 RESEÑA HISTORICA

La primera Empresa Nacional del Petróleo fue creada en el año 1950, luego del descubrimiento del primer pozo de petróleo chileno en la región de Magallanes en el año 1945, este hecho fue un agente motivador para el Estado. Lo anterior abrió paso a la creación de nuevas perforaciones, las cuales fueron avaladas por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). El ingeniero Eduardo Simian, fue el líder durante el hallazgo del primer pozo de petróleo, y además fue quien planteó al Estado la necesidad de una entidad a cargo de la manipulación del petróleo. Gracias a esta intervención es que se estableció ENAP como empresa.

La siguiente etapa comprendió la formación de una refinería, la cual fue fundada en 1954 y denominada como Refinería Petrolera de Concón (RPC), conocida hoy en día como Refinería Aconcagua. Posterior a esto, se prosiguió con el desarrollo del área logística, almacenamiento y distribución de los combustibles refinados.

En 1962 entra en marcha la Planta de Gasolina de Cullen, en la región de Magallanes. Luego de cuatro años comienza a operar la segunda refinería del país, ubicada en la VIII Región (Refinería Bio-Bío). Acto seguido se construye el poliducto<sup>2</sup> desde la refinería previamente mencionada, hasta San Fernando. A través de este ducto

---

<sup>2</sup>Tuberías utilizadas para el transporte de productos refinados o petroquímicos desde plantas al destino de distribución.

se hace conexión con otro, ubicado en la Región Metropolitana, para el transporte de combustibles.

Para el año 1981, se integra el negocio logístico y almacenamiento de combustibles tanto líquidos como gaseosos en Maipú, San Fernando y Linares.

Durante el año 2004 se produce una fusión de refinerías, lo que conlleva a la formación de ENAP Refinerías S.A. (ERSA). Al año siguiente nace ENAP Sipetrol S.A., encargada de explorar y explotar yacimientos de hidrocarburos en el extranjero. Realmente ENAP Sipetrol fue fundada en el año 1990, con la diferencia que se realizó bajo el nombre de Sociedad Internacional Petrolera S.A.

En la actualidad, ENAP ha generado contratos con nuevos socios, proveedores y clientes a nivel nacional e internacional, todo con el fin de poder diversificar las fuentes energéticas del país. Además, en el área de Magallanes, se ha procurado explorar y explotar los yacimientos existentes de hidrocarburos, en conjunto con promover servicios logísticos petroleros y portuarios.

## 1.1.2 MISION Y VISION

### 1.1.2.1 MISION

Toda empresa debe poseer una razón de ser, donde los objetivos a alcanzar dentro del entorno se encuentren plasmados, al igual que la manera en que se pretende contribuir en la industria y todo lo que esta conlleva. Esto se puede ver especificado a continuación en la misión de ENAP, la que presenta cuatro aspectos fundamentales para el desarrollo de la empresa, los cuales fueron observados a través de diversos hechos a lo largo de la práctica realizada.

*“Empresa de energía, 100% del Estado de Chile, líder en hidrocarburos, integrada, que provee productos y servicios que satisfacen las necesidades de sus clientes y contribuye al desarrollo sustentable de los países y de las comunidades en que se inserta, operando en forma competitiva y rentable.”<sup>3</sup>*

Por ejemplo, el primer aspecto habla que es una empresa estatal, lo cual significa que los movimientos de la empresa son fiscalizados, administrados y dependientes del Estado. Este factor genera transparencia para los clientes y proveedores, ya que información de interés para ellos se encuentra pública en su página web.

---

<sup>3</sup> ENAP. “Misión y Visión”. [http://www.ena.cl/pag/1/775/mision\\_y\\_vision](http://www.ena.cl/pag/1/775/mision_y_vision), 28.04.2014, 15:26

El segundo punto trata sobre el liderazgo en lo que respecta a hidrocarburos, compuesto principal del petróleo. ENAP figura como el principal proveedor al Estado de petróleo refinado, vale decir que la importancia que esta empresa posee en participación de mercado nacional es alta. Para poder cumplir lo siguiente, ENAP cuenta con distintas filiales a lo largo del país que contribuyen activamente con los diversos enfoques de la misión.

La satisfacción del cliente se puede medir mediante las relaciones que la empresa ha mantenido a lo largo de los años con ellos. Lo cual se vio demostrado, durante la práctica profesional, en el momento de verificar certificados y documentos ligados con el negocio, ya que las medidas de transacción se habían pactado hace un largo tiempo y se mantienen hasta la actualidad. Esto demuestra que tanto el servicio como el producto que ERSA (ENAP Refinerías S.A.) entrega son altamente satisfactorios para los demandantes. Para esto cuenta con una serie de socios alrededor del mundo, los cuales aportan con distintos elementos para la elaboración del producto final.

Respecto a este último punto, la satisfacción al cliente posee una contraparte. El fin de toda empresa es crear valor a lo largo del tiempo y mejorar el capital, lo cual lo hace a través de la producción de bienes y/o servicios. Este objetivo tiene como meta la satisfacción del cliente como, también, la de generar rentabilidad. Es decir que las utilidades se dividen entre una mejora social, empresarial y ganancias para los

inversionistas. Este aspecto se relaciona tanto con la misión como con la visión de ENAP.

Los clientes que esta empresa posee son variados, los cuales demandan diferentes productos y derivados. Es posible realizar una división dependiendo del producto comprado, y así entender, con mayor claridad, los movimientos de la empresa y analizar el ingreso de la misma. El gráfico a continuación muestra los porcentajes del año 2012 de ingresos por productos.

*Figura 2: “Ingresos de ENAP por Productos”*

| CIFRAS EN Mm <sup>3</sup>          | Ventas nacionales | Consumo nacional | Participación de mercado | Venta de importaciones | Exportaciones (**) |
|------------------------------------|-------------------|------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| Gas licuado                        | 1.091             | 2.109            | 51,7%                    | 8                      | 3                  |
| Gasolina Vehicular                 | 3.787             | 3.856            | 98,2%                    | 886                    | 170                |
| Kerosene                           | 878               | 1.243            | 70,6%                    | 45                     | 0                  |
| Diesel                             | 4.476             | 9.153            | 48,9%                    | 1.515                  | 399                |
| Petróleo Combustible               | 1.250             | 1.498            | 83,4%                    | 163                    | 155                |
| Productos industriales y otros (*) | 358               | 542              | 66,1%                    | 0                      | 82                 |
| <b>Total</b>                       | <b>11.839</b>     | <b>18.401</b>    | <b>64,3%</b>             | <b>2.617</b>           | <b>809</b>         |

Fuente: [http://www.enap.cl/pag/26/972/memoria\\_anual\\_2012](http://www.enap.cl/pag/26/972/memoria_anual_2012), 27.04.2014, 19:18

Un factor problemático actual que se contrapone con la misión de la empresa es el desarrollo sustentable. Este ha sido un tema bastante polémico debido, principalmente, al impacto medio ambiental que se ha generado a nivel mundial por el desarrollo industrial. Este ámbito, también, está compuesto por los efectos que la empresa causa en la economía y en la sociedad. Existen políticas estipuladas por ENAP,

las cuales contribuyen al buen funcionamiento de la misma en los puntos señalados a continuación. Ambiente: se procura que las prácticas sean ejercidas bajo la seguridad correspondiente tanto en lo que respecta a la tecnología utilizada como por las operaciones necesarias, de manera de poder preservar el medio ambiente. Economía: mantener el nivel energético de la empresa equilibrado y aportar a la distribución de la fuente de energía nacional.

En lo que a la sociedad se refiere, la empresa tiene como política el desarrollo de un plan estratégico en el área de Recursos Humanos y contribuir con el bienestar de la comunidad. Se habla de esta área debido a que la empresa le otorga gran importancia a las personas involucradas con ENAP, no quiere decir que no existan estrategias similares en otros ámbitos.

Y el último aspecto de relevancia hace énfasis en el operar de manera más justa y transparente en cuanto a precios. Esto quiere decir que ENAP establece los precios del crudo a partir índices referentes, los cuales se pueden encontrar diariamente en la prensa. El precio varía dependiendo de los mercados mundiales, vale decir que dictar un valor preciso de forma inmediata es bastante difícil. Este punto genera que la competencia entre los distintos operadores de la industria se desarrolle dentro de un ambiente justo y parcial, considerando a su vez la rentabilidad.

Durante el período de práctica, se pudo observar que los aspectos mencionados en la misión de la empresa son la guía con los cuales ENAP debe ejercer de forma más correcta. La empresa lleva un control detallado periódico sobre la información entregada previamente, y debido a que es de carácter estatal, la mayoría de estos datos se encuentran a disposición del público interesado.

#### 1.1.2.2 VISION

Las aspiraciones de la empresa son variadas y siempre apuntando a la mejora progresiva tanto de ella misma, como del producto entregado y la forma de hacerlo. Por esta razón es que la visión representa un rol fundamental en la estructura del negocio, ya que es el norte adonde se dirige. Como meta a alcanzar por la empresa se tiene la siguiente visión, la cual es en base y complementaria con la misión anteriormente explicada.

*“Asegurar un abastecimiento de energía competitivo tanto en precio como en calidad, lograr la preferencia de nuestros clientes, siendo líderes como operador comercial y logístico, trabajando con los mejores niveles de eficiencia y confiabilidad y con los más altos estándares de seguridad y prevención de accidentes e incidentes. Ello, con un equipo competente, colaborativo y comprometido, siendo reconocidos como*

*empresa líder en desarrollo sustentable que respeta las comunidades donde se inserta y valorada por su preocupación por el medio ambiente.”<sup>4</sup>*

Los aspectos mencionados en la visión, son aspiraciones que la empresa posee, metas que espera algún día poder lograr. Durante el proceso de práctica en el área de comercio exterior, fue posible identificar diferentes tipos de estrategias utilizadas para poder aproximarse lo más posible a lo que la visión plantea. La cantidad de años que ciertos clientes han preferido los servicios y productos de ENAP, refleja gran confianza y respalda el buen funcionamiento de la empresa. Esto quiere decir que ya se posee un nivel de confianza con los clientes asociados con la empresa, aun así ENAP pretende aumentar el grado de fidelidad y preferencia dentro del mercado tanto nacional como internacional.

Haciendo referencia al objetivo de precios competitivos, estos siempre se han mantenido a lo dictado por el mercado de la industria, por lo que la competencia existente se rige dentro de esas reglas. De este punto se hizo referencia anteriormente, donde se explicaba cómo los precios están atados al mercado mundial y a “precios referentes”, por lo que especificar el precio exacto de un barril de crudo es bastante complicado. Las bolsas de Nueva York (Nymex) y la de Londres (IPC), son las principales bolsas donde el petróleo es transado. Los precios encuentran publicados diariamente en la prensa.

---

<sup>4</sup> ENAP. “Misión y Visión”. [http://www.enap.cl/pag/1/775/mision\\_y\\_vision](http://www.enap.cl/pag/1/775/mision_y_vision), 28.04.2014, 15:20

En conclusión, a través de lo observado durante el transcurso de la práctica profesional, se puede afirmar que la misión de la empresa es la guía principal de la organización, teniendo como aspiración la realización de la visión planteada.

### 1.1.3 PRODUCTOS O SERVICIOS

#### 1.1.3.1 SERVICIOS

El servicio otorgado por ERSA es el refinamiento de petróleo, el cual está constituido por diferentes etapas y procesos. Los denominados “derivados” son los productos obtenidos mediante la refinación que se dividen en dos; combustibles y petroquímicos.

El primer paso de refinamiento es separar el crudo en base al nivel de azufre contenido. Luego comienza el proceso de destilación, el cual ocurre dentro de una torre donde su cabeza posee un nivel de presión levemente mayor que la atmósfera. Durante la destilación se generan cuatro extracciones distintas, las cuales están divididas según el nivel de temperatura.

- IV Extracción: corresponde a los gasóleos más pesados.
- III Extracción: gasóleos comunes.

- II Extracción: kerosenos, es un líquido inflamable que se encuentra presente en el combustible para aviones de reacción, insecticidas, entre otras.
- I Extracción: naftas ligeras y pesadas.
- Gases salidos por la cabeza de la torre: butano, propano y otros gases más ligeros.

En el fondo de la torre queda un residuo del petróleo que no es destilado, se denomina “Residuo Atmosférico” (RA). Después de la fase de destilación, el crudo es sometido a un proceso químico, donde se le extraen gran parte de componentes.

#### 1.1.3.2 PRODUCTOS

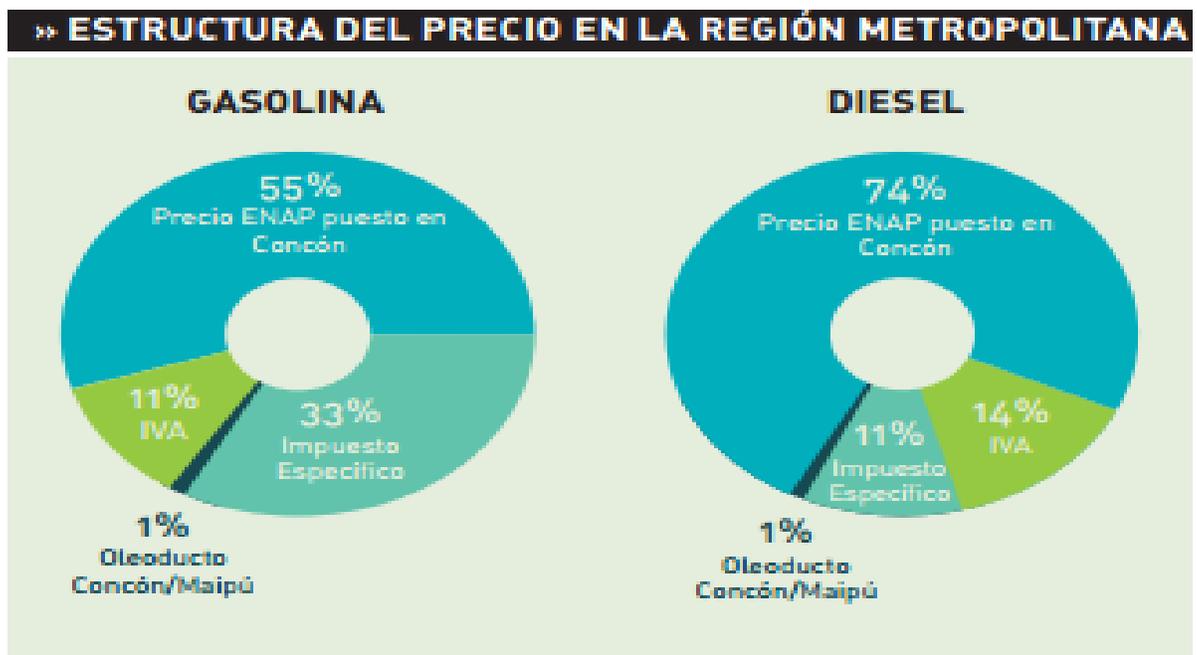
La empresa ENAP Refinerías tiene por ocupación principal la refinación y distribución de hidrocarburos. Para cumplir con esta labor, la empresa, cuenta con tres filiales distribuidas a lo largo de Chile. Refinerías Aconcagua (previamente Refinería de Petróleo de Con-Cón), ubicada en la V Región; Refinería Bio-Bío, fundada en la VIII Región; y Refinería gremio, situada en la XII Región de Magallanes.

Los principales productos que la empresa comercializa son, en su mayoría, derivados de la refinación del petróleo, o bien, de su extracción. Dentro de ellos se encuentran:

- Diferentes tipos de gasolinas, tales como 93 y 97; combustible para motores. El índice de octanos representa el porcentaje de isooctano que la gasolina contiene (comenzando del 100 hasta el 0), este mejora las cualidades antidetonantes de la gasolina. Gasolina 97, quiere decir que posee un 97% de isooctano y 3% de heptano; lo mismo sucede con la gasolina de 93 octanos. Entre más alto sea el índice, más suave y efectiva será la combustión.

- Diesel; combustible para motores de encendido automático constituido por compuestos naftalénicos, parafínicos y aromáticos. Este se origina de la descomposición organismos vegetales o animales encontrados en rocas transformadas por sedimentos.

Figura 3: “Estructura del Precio en la Región Metropolitana”



Fuente: [http://www.enap.cl/investor\\_relations/doc/memorias/reporteENAP\\_2011.pdf](http://www.enap.cl/investor_relations/doc/memorias/reporteENAP_2011.pdf), 15.03.2012,

Estos dos productos son lo más demandados por el mercado, también se comercializan otros derivados del petróleo siendo su nivel de demanda significativamente menor en comparación a los ya mencionados. Algunos de ellos son absolvedores, bases para la fabricación de asfalto y Nafta, que es un líquido incoloro, volátil utilizado como disolvente industrial.

En lo que respecta a la política comercial de ENAP, en el año 2009 sufrió una modificación en cuanto a la comercialización de los productos de la empresa, vale decir derivados del petróleo. Esta nueva política habla de aplicar un Precio de Paridad, para aquellas compras con un plazo mayor a 45 días, y un Precio Spot, para las compras en un plazo de menor o igual a 45 días. Esto se aplica a todos los clientes de ENAP, sin excepción. Para aquellos que suscriban un contrato a firme, se le otorgará un descuento en el Precio de Paridad, tomando en cuenta el tipo de producto, la entrega, el segmento del cliente, entre otras. Con esta política comercial, ENAP, espera poder seguir abasteciendo al mercado manteniendo la calidad de los productos y a precios competitivos, siempre destacando el servicio eficiente hacia sus clientes.

#### 1.1.4 MERCADOS

Debido al rubro de ERSA, el negocio del combustible es el que mayores ingresos genera, convirtiendo a aquellos clientes en fundamentales para el funcionamiento de la

empresa. Además, cabe destacar la gran participación y representación a nivel nacional que ERSA posee. Tanto el gas como los productos industriales reflejan un porcentaje bajo en comparación a los combustibles, pero aun así el aporte que generan es esencial para el flujo de ingresos.

Los clientes con mayor representación para la empresa, en lo que ingresos se refiere, son las compañías de combustibles. Las demandas por combustibles corresponden al 80% de los ingresos de ERSA, lo cual es de esperarse debido al rubro de la empresa, siendo los combustibles el producto principal. Los principales compradores son COPEC S.A., ENEX S.A. (anteriormente conocida como Shell), Petrobras y Petróleos Trasandinos.

La venta de gas figura como el segundo mayor aporte que la empresa recibe, a pesar de ser considerablemente menor al de los combustibles. Los principales demandantes de este producto son Abastible, Gasco, Gasvalpo, Lipigas y Gasmar; los ingresos generados por el gas vendido constituyen el 6,6% del total.

Para finalizar, con un 5,86% del total de los ingresos, se encuentra la venta de industriales. A pesar de ser el menor porcentaje, implica empresas de gran importancia en el mercado, como por ejemplo Petroquim S.A., Petróleos Marinos Ltda., Petroquímica VOW S.A. y Lipigas Chile S.A.

Al sumar los porcentajes dados se llega al total de un 92%, lo cual equivale a 635 millones de dólares, el porcentaje restante (8%) corresponde a clientes más esporádicos, o bien de menor relevancia respecto al ingreso total.

Todas las empresas asociadas, mencionadas con anterioridad, son de renombre e importantes en lo que al rubro se refiere, lo cual refleja que la empresa se encuentra muy bien posicionada, lo cual se puede relacionar con la misión anteriormente desarrollada.

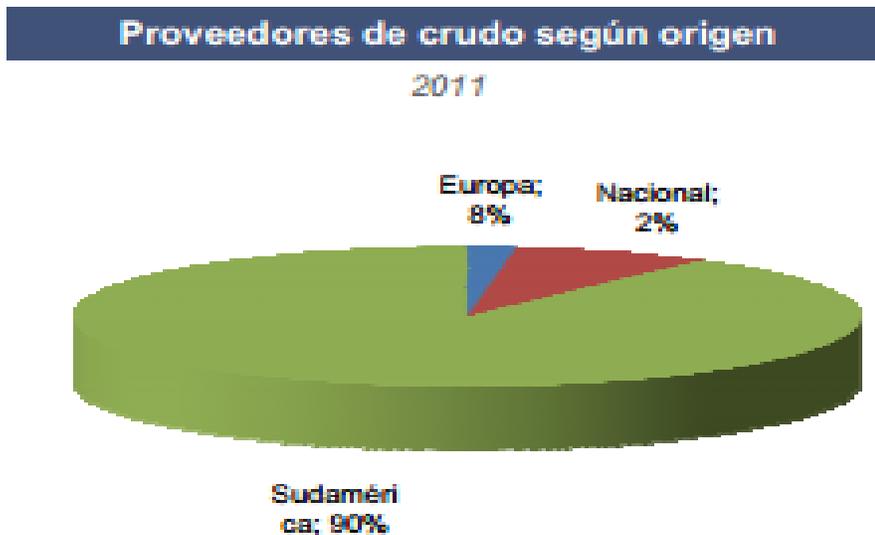
Figura 4: “Presencia de ENAP en el Mundo”



Fuente: [http://www.enap.cl/pag/26/972/memoria\\_anual\\_2012](http://www.enap.cl/pag/26/972/memoria_anual_2012), 28.04.2014, 17:14

Los países resaltados son aquellos mercados donde ENAP se encuentra presente a través de la exploración y explotación de yacimientos. Lo anterior es realizado mediante la filial ENAP Sipetrol, la cual también ha generado inspecciones en Yemen e Irán.

Figura 5: “Participación en distintos Mercados”



**Producción de Petróleo y Gas de ENAP**  
(En miles de barriles y miles de barriles equivalentes, respectivamente)

|                            | 2010          |              | 2011          |              |
|----------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
|                            | Petróleo      | Gas          | Petróleo      | Gas          |
| Argentina                  | 3.587         | 1.754        | 3.238         | 899          |
| Ecuador                    | 4.969         | -            | 4.557         | -            |
| Egipto                     | 1.259         | -            | 1.428         | -            |
| <b>Total Internacional</b> | <b>9.814</b>  | <b>1.754</b> | <b>9.222</b>  | <b>899</b>   |
| Magallanes                 | 905           | 8.039        | 834           | 6.192        |
| <b>Total</b>               | <b>10.720</b> | <b>9.793</b> | <b>10.056</b> | <b>7.091</b> |

Fuente: [http://www.enap.cl/investor\\_relations/doc/clasif\\_riesgo/Informe\\_ENAP\\_JUNIO\\_2012\\_version\\_final.pdf](http://www.enap.cl/investor_relations/doc/clasif_riesgo/Informe_ENAP_JUNIO_2012_version_final.pdf), 15.03.2012, 21:26

En la figura 5 se presenta, a través de un gráfico circular, los porcentajes en los cuales ENAP posee participación como proveedor, en caso nacional y como receptor en el resto. La empresa es la única que presenta explotaciones en territorio nacional, lo cual da abasto a un 2% de la demanda total. Luego en los datos reflejados inmediatamente bajo el gráfico se puede entender que la producción que ENAP genera en países extranjeros no es menor, son actividades realizadas a través de la filial Sipetrol. Un dato digno de analizar es que la empresa podría conseguir mayor integración a nivel internacional con la producción de gas nacional, debido a su gran producción en el territorio de Magallanes.<sup>5</sup>

a) Proveedores de ENAP

Los principales mercados proveedores de petróleo son aquellos donde ENAP posee diversas actividades de explotación y exploración. Tal es el caso de Argentina, Egipto, Irán, Colombia, Ecuador y Yemen. En el caso particular de Argentina, los yacimientos relevantes se encuentran en la Patagonia. El territorio perteneciente a Chile, no posee petróleo suficiente como para poder abastecer a la nación. A continuación se presentará la Figura 6, donde será posible entender mediante números lo recientemente establecido y así poder demostrar que, efectivamente, el petróleo chileno no es suficiente como para poder satisfacer la demanda de diesel en la nación.

---

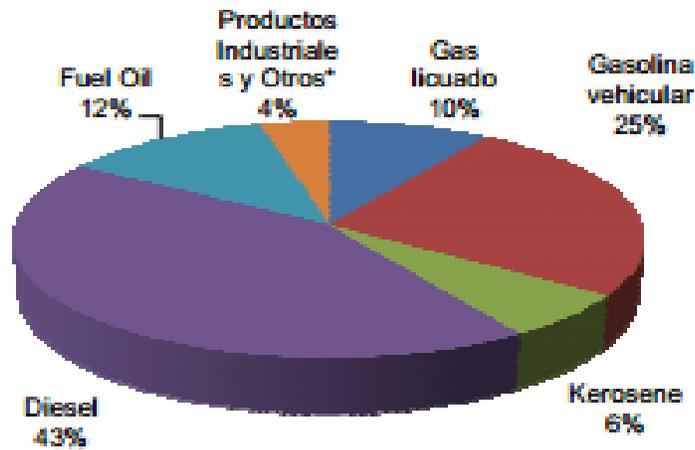
<sup>5</sup>ENAP. “Inversionistas y Mercado”.  
[http://www.enap.cl/investor\\_relations/doc/clasif\\_riesgo/Informe\\_ENAP\\_JUNIO\\_2012\\_version\\_final.pdf](http://www.enap.cl/investor_relations/doc/clasif_riesgo/Informe_ENAP_JUNIO_2012_version_final.pdf),  
15.03.2012, 21:26

Figura 6: “Participación en Mercado Nacional”

| <b>Participación de Mercado</b> |                 |                  |                          |
|---------------------------------|-----------------|------------------|--------------------------|
| <i>(m3/2011)</i>                |                 |                  |                          |
|                                 | Ventas nacional | Consumo nacional | Participación de Mercado |
| Gas licuado                     | 1.171           | 2.090            | 56,0%                    |
| Gasolina vehicular              | 3.046           | 3.667            | 83,1%                    |
| Kerosene                        | 791             | 1.192            | 66,4%                    |
| Diesel                          | 5.151           | 8.936            | 57,6%                    |
| Fuel Oil                        | 1.435           | 1.864            | 77,0%                    |
| Productos Industriales y Otros* | 423             | 586              | 72,2%                    |

\* Incluye Propileno, Etileno, Naftas, Solventes y, entre otros

**Composición ventas físicas de ENAP por productos – Incluye exportaciones**  
*(2011)*



Fuente: [http://www.enap.cl/investor\\_relations/doc/clasif\\_riesgo/Informe\\_ENAP\\_JUNIO\\_2012\\_version\\_f](http://www.enap.cl/investor_relations/doc/clasif_riesgo/Informe_ENAP_JUNIO_2012_version_f)

[inal.pdf](#), 15.03.2012, 21:35

Considerado tanto la tabla como del gráfico circular presentado, se ve reflejado que el consumo nacional es mayor que la venta, en lo que diesel se refiere. Además, si se toma en cuenta la Figura 5, también es posible concluir que la demanda nacional excede a la producción de petróleo chileno, ya que solo es posible abastecer a un 2% del total de lo demandado.

#### b) Mercado Objetivo

Centroamérica se presenta como el principal receptor de las exportaciones de ENAP. Dentro de los principales países a los cuales ENAP provee petróleo es Perú. En esta zona se poseen actividades tanto de distribución (retail) como de comercialización de combustibles. El mercado peruano es uno de los principales demandante de las exportaciones de ENAP Refinerías. En el año 2011 las exportaciones de petróleo refinado fue cerca del 50%, actualmente el porcentaje ha aumentado considerablemente.<sup>6</sup>En lo que respecta al mercado chileno, ENAP Refinerías lo abastece con alrededor del 85 % de su producción de combustibles<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup>ENAP. “Inversionistas y Mercado”

[http://www.enap.cl/investor\\_relations/doc/clasif\\_riesgo/Informe\\_ENAP\\_JUNIO\\_2012\\_version\\_final.pdf](http://www.enap.cl/investor_relations/doc/clasif_riesgo/Informe_ENAP_JUNIO_2012_version_final.pdf), 17.03.2012, 21:43

<sup>7</sup> ENAP. “Preguntas Frecuentes”.

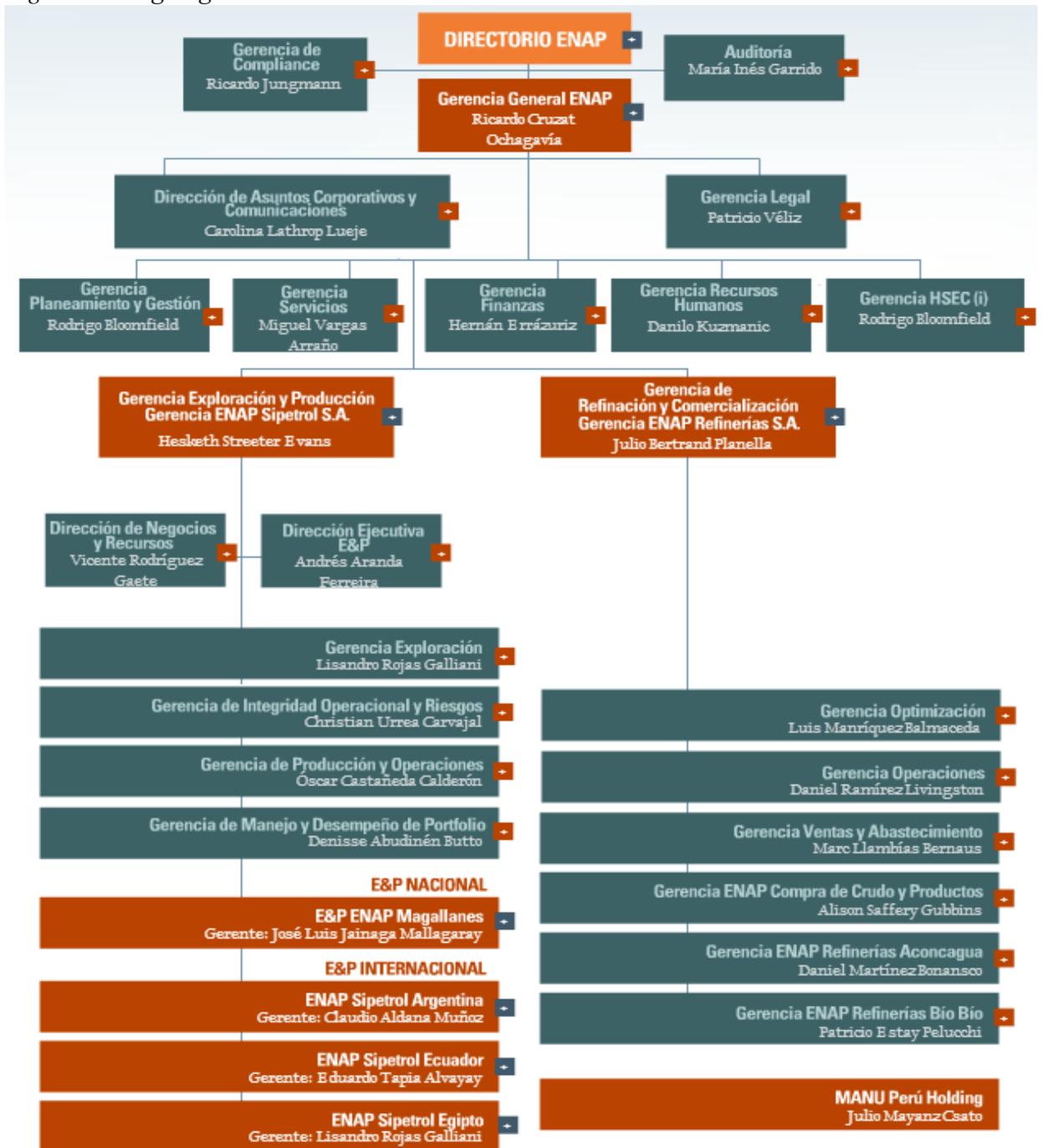
[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:DNNaHzqDNjwJ:www.enap.cl/faq/faq\\_2.php+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=cl](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:DNNaHzqDNjwJ:www.enap.cl/faq/faq_2.php+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=cl) 04.05.2012, 17:37 horas.

### 1.1.5 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

El organigrama de una empresa representa la división del trabajo que la compañía se da para lograr los objetivos fundamentales.

A continuación se presenta el organigrama general de la empresa con el fin de comprender de mejor forma su funcionamiento y metodología al trabajar.

Figura 7: “Organigrama General de ENAP”



Fuente: [http://www.enap.cl/la\\_empresa/organigrama.php](http://www.enap.cl/la_empresa/organigrama.php), 10.05.2012, 12:41

En la figura número 7, se puede apreciar la estructura organizacional de ENAP, reflejando claramente la forma jerárquica en que se trabaja, los distintos departamentos que integran la empresa, el directorio que la conforma y las filiales que complementan la labor que ENAP lleva a cabo. Con este organigrama general es posible entender la línea de trabajo que se genera dentro la empresa, tanto entre los distintos cargos como entre los diversos departamentos y filiales.

A pesar de que la práctica se realizó en un área específica de la empresa, se pudo apreciar la buena comunicación entre departamentos, ya que en situaciones en que se necesitaba la cooperación de un área ajena a la de Comercio Exterior (lugar dónde fue realizada la práctica) para alguna acción específica, las respuestas fueron expeditas y, a veces, incluso inmediatas. En momentos se generaban ciertas diferencias entre departamentos, cómo debe suceder dentro de toda empresa, mas el resultado en el trabajo no se veía mayormente afectado, solo, en ocasiones, demorado.

#### **1.1.6. POLITICAS**

<sup>8</sup>Dentro de Chile los precios para los combustibles para los consumidores finales son fijados por los distribuidores, dependiendo del criterio de cada uno. La política de precios de ENAP se basa en un costo alternativo de importación de los combustibles y

---

<sup>8</sup> ENAP. “Política de Precios”. [http://www.enap.cl/pag/311/1237/politica\\_de\\_precios](http://www.enap.cl/pag/311/1237/politica_de_precios), 01.05.2014, 01:32

en una aplicación de descuentos con empresas y clientes industriales. Esta última tendrá efecto cuando se suscriba un contrato a firme, se asocia al volumen que se acordó, al segmento del cliente, se diferencia por tipo de producto y lugar de entrega.

Cuando se demandan volúmenes sin contratos, se establece un precio igual al costo marginal o de Paridad<sup>9</sup>, para aquellas compras que hayan sido programadas en un plazo mayor a 45 días; y un precio Spot<sup>10</sup> para compras programadas a un plazo equivalente o menor a 45 días.

En el caso de productos para distribuidores mayoristas influyen diversos aspectos:

- Costos de internación o arancel aduanero
- Impuestos específicos e IVA
- Precio en mercado de referencia
- Evolución de tipo de cambio
- Costos de transporte y logística
- El efecto o crédito del Fondo de Estabilización de Precios de Combustibles Derivados del Petróleo.

---

<sup>9</sup> Precio para un bien o servicio que se relaciona con otro precio, o bien con una composición de precios de diferentes bienes durante un período específico.

<sup>10</sup> Denominación utilizada en el mundo anglosajón para designar el precio al contado o entrega inmediata.

La innovación cumple un rol relevante en lo que compete al desarrollo constante del negocio del petróleo. ENAP ha creado SI-ENAP (Sistema de Innovación de ENAP) con el fin de que los trabajadores posean un espacio dentro de la empresa para poder aportar ideas de carácter innovador. Estos aportes son presentados a Administración, donde son analizados y evaluados. Dependiendo de la factibilidad y acorde que posean las ideas postuladas con los objetivos estratégicos, serían posibles se aplicar al área que corresponda.

El proceso de innovación se encuentra manejado por el Centro de Innovación y Conocimiento de ENAP (abreviado como CICE), el cual, a su vez, pertenece a la Gerencia de Recurso Humanos. El objetivo de este departamento se encuentra citado a continuación:

*“Crear valor para el Grupo de Empresas ENAP, integrando el potencial creativo y el conocimiento de las personas mediante la gestión de la innovación y el capital intelectual y el fomento sistemático de la cultura innovadora.”<sup>11</sup>*

Para la empresa, la palabra “innovación” no conlleva únicamente el aspecto tecnológico, sino que también una forma creativa al trabajar para poder aportar al cumplimiento de la estrategia esencial de la empresa, y de esta manera agregar valor a la

---

<sup>11</sup> ENAP. “La Empresa”. “Innovación”. [http://www.enap.cl/la\\_empresa/innovacion.php](http://www.enap.cl/la_empresa/innovacion.php), 26.04.2012, 16:48

misma, ya que la motivación por parte de los empleados será mayor y los proyectos llevados a cabo exitosamente aportarán de forma positiva a la empresa.

<sup>12</sup>ENAP cuenta con una estrategia para el desarrollo sustentable basada en tres factores esenciales relacionados con la economía, el medio ambiente y la sociedad.

Cuando se menciona “desarrollo sustentable” se habla del progreso económico y social, manteniendo el respeto y cuidado del medio ambiente. Para que esto suceda es necesario que sea de forma armónica y complementaria. Los recursos naturales deben ser utilizados de manera racional para la protección de la biodiversidad y, así, poder enfrentar el fenómeno del calentamiento global.<sup>13</sup>

- Economía: creación de nuevas construcciones, como por ejemplo una Planta de Regasificación de gas natural licuado (GNL). De esta manera se puede satisfacer eficientemente el nivel energético que la empresa requiere. Para ello se utilizan recursos propios, vale decir que de la planta de GNL aportaría con energía para la empresa. Esto conlleva a una disminución de costo. Además, se evalúan diversos proyectos sobre energía renovable, con lo que se pretende diversificar la matriz energética dentro del país. Dentro de los proyectos para renovar energía se encuentran estudios de geotermia, es decir de la situación térmica de la tierra, y

---

<sup>12</sup> ENAP. “Responsabilidad Social Empresarial”. <http://www.enap.cl/rse/index.php> 26.04.2012, 16:48

<sup>13</sup> Ministerio de Relaciones Exteriores. “Desarrollo Sustentable”. <http://www.minrel.gob.cl/development-sustainable/minrel/2008-09-10/171758.html>, 05.05.2014, 15:53

también sobre el desarrollo de los Biocombustibles, combustibles biológicos que se obtienen de restos orgánicos.

- Medio Ambiente: proteger el medio ambiente a través de las buenas prácticas tanto con la tecnología utilizada, como en el área operativa. Para cumplir con este cometido se han generado planes de sustentabilidad que se aplicarán a inversiones futuras, como por ejemplo los proyectos de energía renovable mencionados en el ítem anterior.
- Sociedad: se cuenta con un plan estratégico para el área de Recursos Humanos, donde el trato que existe con los empleados representa un recurso esencial, por lo que ENAP invierte en ellos con el fin de mejorar su vida laboral y social. El objetivo de esta política es generar un sentimiento de integración entre empresa y trabajadores, de manera de poder cumplir eficientemente los objetivos planteados. Al hablar sobre “inversión en los trabajadores”, se hace referencia a que ENAP presta capacitaciones y ciertos beneficios que afectan el ambiente laboral como, también, en lo personal a los empleados. Esta acción genera motivación para trabajar en la empresa y mantener la labor lo más correcto posible. Otro aspecto relevante dentro de este punto, es la sociedad externa de la empresa, es decir mejorar constantemente las relaciones con la comunidad no perteneciente a la empresa pero sí que se puede ver afectada por sus acciones, lo cual se encuentra ligado con el aspecto medio ambiental explicado previamente.

En el año 2011, ENAP se asoció a la fundación empresarial chilena Acción Responsabilidad Social Empresarial (RSE) con la meta de poder mejorar las condiciones ligadas con el desarrollo sustentable. Para el año 2012, la empresa formaba parte del directorio. A continuación se presentará la misión de dicha fundación.

*“sensibilizar y movilizar a las empresas a gestionar sus negocios de forma socialmente responsable, apoyando a sus líderes y colaboradores a instalar en su estrategia, la lógica del Desarrollo Sustentable”<sup>14</sup>*

<sup>15</sup>La RSE es la preocupación voluntaria de las empresas sobre problemas éticos, ambientales y sociales. El objetivo es lograr la integración del crecimiento empresarial y competitividad con el desarrollo social y medio ambiental. En seguida se presentan dos citas sobre la definición de RSE. La primera es extraída de “Libro Verde de la Comisión Europea: Fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas”, publicado en el año 2001; y la segunda de “Foro de Expertos de RSE”, del Ministerio de Trabajo en España.

*“la mayoría de las definiciones de la responsabilidad social de las empresas entienden este concepto como la integración voluntaria, por parte de las empresas, de las*

---

<sup>14</sup>ENAP. “Estrategia de Sustentabilidad”. [http://www.enap.cl/rse/estrategia\\_sustentabilidad.php](http://www.enap.cl/rse/estrategia_sustentabilidad.php), 26.04.2012, 17:21

<sup>15</sup>“Qué es la RSE?”. <http://www.foretica.org/conocimiento-rse/que-es-rse?lang=es>, 05.05.2014, 17:00

*preocupaciones sociales y medioambientales en sus operaciones comerciales y sus relaciones con sus interlocutores”*

*“La responsabilidad social de la empresa es, además del cumplimiento estricto de las obligaciones legales vigentes, la integración voluntaria por parte de la empresa, en su gobierno y gestión, en su estrategia, políticas y procedimientos, de las preocupaciones sociales, laborales, medioambientales y de respeto a los derechos humanos que surgen de la relación y el diálogo transparentes con sus grupos de interés, responsabilizándose así de las consecuencias y de los impactos que se derivan de sus acciones”.*

Ambas definiciones concuerdan en que los fundamentos planteados por la RSE afectan a todo tipo de organizaciones, como por ejemplo sindicatos, empresas, administraciones públicas, entre otros.

- Las políticas financieras de la empresa son de carácter reservado, por lo que solo se nombrarán algunas:
  - Custodia de Garantías (Pagos anticipados)
  - Internaciones dentro de 24 horas.
  - Control de Retornos de Exportaciones.
  - Responder dentro de los plazos a organizaciones correspondientes (Servicio de Impuestos Internos, Banco Central, Aduana, Servicio Agrícola y Ganadero, entre otras.)

## 1.2 DESCRIPCION DE LAS FUNCIONES REALIZADAS EN LA PRACTICA PROFESIONAL

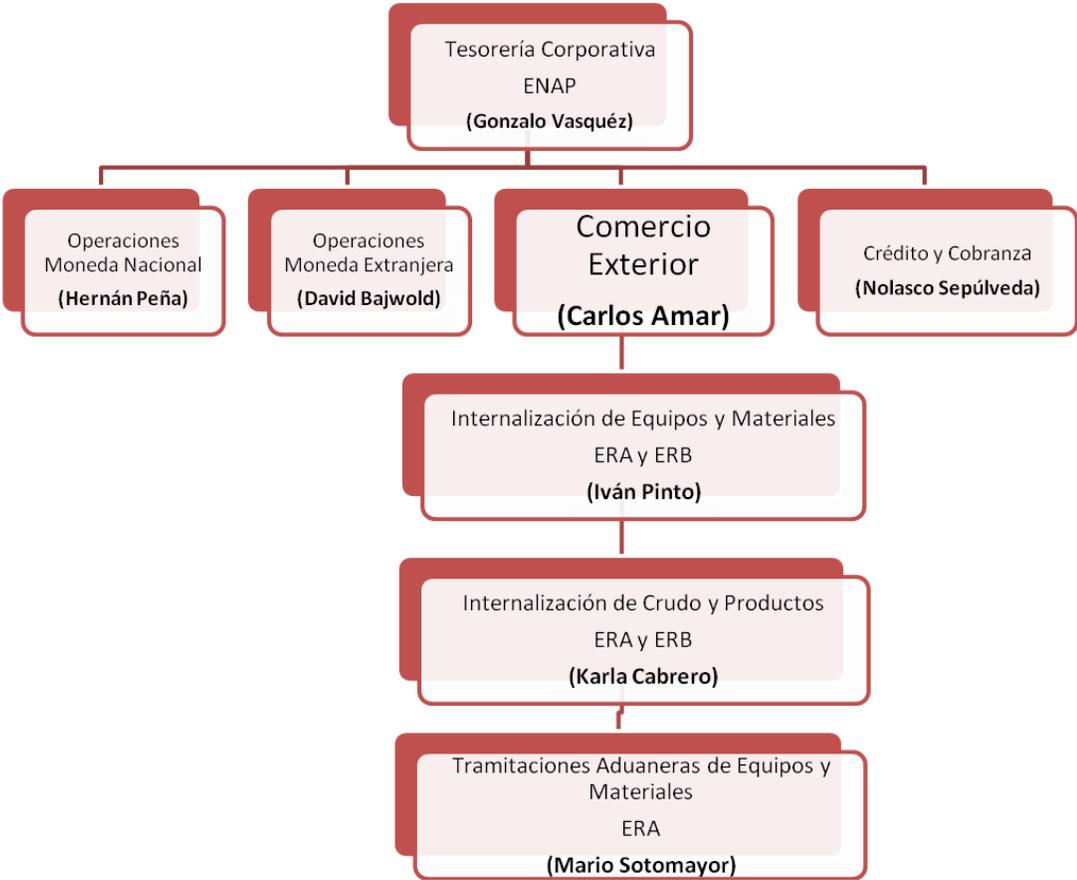
La práctica profesional se realizó en la división denominada “Comercio Exterior”. Allí se verificaron los documentos requeridos para luego internalizar el producto. Esta área representa el último eslabón de la cadena del comercio exterior de la empresa, por lo que se creó un circuito. Este comprende desde la solicitud de un producto hasta su internalización, lo cual genera la integración de tres divisiones: Abastecimiento, Bodega y Comercio Exterior.

### 1.2.1 TRABAJO DESARROLLADO

A continuación se explicarán las distintas funciones realizadas a lo largo de la práctica, más específicamente durante el circuito creado por el supervisor de la división de Comercio Exterior, dónde oficialmente se efectuó la práctica profesional. Este consta de tres áreas, las cuales conforman el proceso que la mercancía realiza durante el comercio internacional hasta llegar a cumplir el propósito determinado. Las divisiones que se explicarán en seguida serán planteadas en base al orden de funcionamiento dentro de ERSA, pero antes se expondrá el organigrama parcial de la división de Comercio Exterior.

La división de Comercio Exterior se encuentra dentro del área “Tesorería Corporativa”, debido únicamente, al movimiento monetario realizado. A su vez, se puede inferir que Tesorería Corporativa pertenece a la Gerencia de Ventas y Abastecimiento (ver Figura 7 en página 26), ya que los negocios efectuados se relacionan con ventas y con la división de Abastecimiento (como se muestra a continuación).

Figura 8: “Organigrama Parcial”



Fuente: Elaboración propia.

#### 1.2.1.1 DIVISION DE ABASTECIMIENTO

La división de Abastecimiento, tal como lo dice su nombre, tiene como objetivo abastecer a la empresa con bienes necesarios para el buen funcionamiento de ENAP. El proceso interno del área de Abastecimiento cuenta con ciertos pasos a seguir, donde en primera instancia se debe presentar la necesidad de algún material necesario para el funcionamiento de oficina o de la empresa. Luego, se crea una solicitud de pedido, la que es enviada a no más de cuatro proveedores correspondientes a la necesidad. Al momento en que ellos responden la solicitud, se genera una cotización del pedido, con lo cual se conforma un cuadro de cotización. Acto seguido, se selecciona al mejor postor en base a diversos criterios, como por ejemplo precio, urgencia del pedido, período de entrega, entre otros. A continuación, se realiza una orden de compra dirigida al postor seleccionado, en esta se especifican los documentos necesarios para que el pedido pueda ser internalizado (certificado de origen, de seguro, packinglist, y otros). Con este paso es que finaliza la función de la división de Abastecimiento referente al comercio exterior.

#### 1.2.1.2 DIVISION COMERCIO EXTERIOR

En esta área es donde se realizó la práctica, la función principal es la de internalizar los equipos y materiales. Durante este período tuve la oportunidad de familiarizarme con los diversos documentos necesarios para poder internalizar los

bienes, como el certificado de origen, de seguro, la factura, guía aérea, packinglist, manifiesto de carga, conocimiento de embarque y otros documentos que podrían ser necesarios dependiendo de la mercancía y de la procedencia de ella. Algunos de los documentos mencionados no siempre son necesarios, dependiendo de los tratados existentes entre las naciones, como también de los bienes que se estén internalizando. No así el certificado de origen, por ejemplo, el cual es necesario, ya que de esta manera es posible determinar si la mercancía es o no originaria de un país con el cual se posea un Tratado de Libre Comercio (TLC) o algún convenio para evitar o rebajar las barreras arancelarias.

#### 1.2.1.3 DIVISION BODEGA

El área de bodega tiene como función principal la recepción y almacenaje de las mercancías recibidas. Para que esta sea recibida, necesariamente hay que hacer una comparación con la orden de compra, donde lo principal a revisar es que tanto el número del documento como lo escrito en él sea coincidente con la mercancía. De estar todo correcto se almacena por máximo cinco días, tiempo estipulado para que el usuario pueda reclamarla y así poder ser ingresada y luego pagada en la división de comercio exterior. Si dentro del plazo estipulado para la inspección (5 días) el usuario (persona quien solicitó el producto) no se ha presentado y los documentos se encontrasen correctos y en concordancia, entonces se daría por entendido que la mercancía es la

requerida. Esta, a continuación, sería ingresada e internalizada por la división de Comercio Exterior.

### 1.2.2 RAZONES QUE IMPULSAN EL TEMA A DESARROLLAR

Actualmente el tema medio ambiental ha adquirido un nivel de importancia superior al de años anteriores, debido a las catástrofes y peligros que se han generado por la falta de cuidado con el ecosistema. Por esta razón es que el tema medio ambiental se ha convertido en un punto decisivo al momento de la negociación de un producto y/o servicio.

El petróleo y sus derivados han generado mayor consternación, incluso a nivel mundial. El crudo representa un commoditypreciado alrededor del mundo utilizado como fuente energética y materia prima para diversos productos (asfalto, tipos de plásticos, fertilizantes, entre otros).

El negocio del petróleo conlleva factores contaminantes para el medio ambiente. Uno de ellos es el derrame de petróleo ocasionado por accidentes de buques, naves y/o artefactos navales, estos son altamente nocivos para aves y animales marinos.

Otro factor que daña el ecosistema son los diversos gases expedidos durante el refinamiento del producto, el daño se produce a nivel de fábrica y en el entorno próximo de la misma.

Y un tercer factor son los gases que generan los automóviles al hacer uso del petróleo y sus derivados. Lo que ha generado más controversia es el denominado Calentamiento Global. A lo largo de la historia se ha demostrado diversos enfriamientos y calentamientos de la Tierra debido a ciclos naturales. Lo que en la actualidad se está viviendo es un calentamiento exagerado, causado por la deforestación, urbanización y principalmente por los gases invernaderos.<sup>16</sup> Estos gases son emitidos a diario, como por ejemplo es dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (provocado por fertilizantes), metano (resultado de la combustión de combustibles fósiles), entre otros. Lo que generan estos gases es que la energía emitida por el sol no logre salir de la atmósfera terrestre, conteniéndolos dentro del globo.<sup>17</sup>

Todos estos aspectos han generado conmoción alrededor del mundo, concluyendo en la creación de normas y políticas regularizadoras para su proceso de refinamiento y negociación.

---

<sup>16</sup><http://vidaverde.about.com/od/Vida-Verde101/a/Que-es-calentamiento-global.htm>, 29.04.2014, 21:36

<sup>17</sup><http://vidaverde.about.com/od/Ciencia-y-naturaleza/a/Los-Gases-De-Efecto-Invernadero.htm>, 29.04.2014, 21:36

Teniendo claro las características contaminantes de este commodity e incluyendo las experiencias vividas en el circuito realizado en la práctica, es que nace la motivación para el tema enfocado en el medio ambiente. Esto conlleva la pregunta esencial de este informe, que también representa tanto título como el objetivo principal del trabajo, ¿será factible y aceptable desarrollar y/o elaborar biodiesel en Chile?, ya que es el producto principal vendido por ENAP. Al responder el cuestionamiento, se podrá observar el impacto medio ambiental que existe dentro del negocio del petróleo, y también cómo se ve afectada la empresa y las personas asociadas a ella. Este tema se tratará siempre desde la perspectiva medio ambiental, tomando en cuenta factores relacionados con el mismo, por ejemplo, cómo afectaría este cambio de producto a la sociedad, las normativas que se verían involucradas dentro del proyecto, entre otros puntos de interés que se nombrarán posteriormente.

En la actualidad, los combustibles no contaminantes parecen ser necesarios dentro del mercado debido a los diferentes aspectos nombrados con anterioridad. Está comprobado científicamente que el biodiesel reduce significativamente la contaminación del ecosistema, mejorando, así, la calidad de vida y generando un desarrollo económico y social del país a nivel mundial. Tomando en cuenta la práctica profesional realizada, es que ahondará más en detalle sobre el biodiesel, teniendo en cuenta que el diesel es el producto más comercializado por ENAP. Por ejemplo, el biodiesel en estado puro

elimina en su totalidad el dióxido de carbono expedido por los automóviles, y además reduce entre un 10 y 50% los hidrocarburos.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup>Ecogestos. <http://www.ecogestos.com/biodiesel-caracteristicas-de-este-combustible-de-origen-vegetal/>  
09.10.2012 18:00 horas

## **CAPITULO II: DESARROLLO DEL TEMA**

### **2.1 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS**

#### **2.1.1 OBJETIVOS GENERALES**

El objetivo general de este informe contempla el cuestionamiento principal ya mencionado, vale decir, ¿será factible y aceptable desarrollar y/o elaborar biodiesel en Chile?, considerando que el diesel es el producto más vendido por ENAP.

#### **2.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Determinar fuente de biomasa.
2. Tecnología disponible para el desarrollo de biodiesel.
3. Investigar la forma de desarrollar un biocombustible en Chile.
4. Aplicabilidad de la elaboración de biodiesel.
5. Analizar las repercusiones, tanto positivas como negativas, de la aplicación y desarrollo de biodiesel en Chile.

## 2.2 MARCO TEORICO

La investigación se basa en el estudio de factibilidad y aceptabilidad de la elaboración y desarrollo de biodiesel en Chile. Las fuentes utilizadas para la realización de dicha tesis son de carácter secundarias. A continuación se explicará la teoría aplicada a lo largo del trabajo.

### 2.2.1 BIOCOMBUSTIBLES

Cuando se habla de biocombustibles, se hace referencia a biodiesel, biogás y bioetanol. Son originarios de la biomasa, fuente de energía renovable. La materia prima de dichos combustibles proviene de desechos orgánicos, de origen agropecuario o agroindustrial. El objetivo de los biocombustibles es actuar como producto sustituto o alternativo de energías fósiles (petróleo y gas), para mejorar la calidad y procurar el cuidado del medio ambiente para futuras generaciones.<sup>19</sup>

Para la Comisión Nacional de Energía de Chile (CONAE), también se considera al biodiesel, biogás y bioetanol al hablar de biocombustibles. En seguida se cita lo entendido por “biocombustible” por la entidad mencionada.

---

<sup>19</sup> “Biocombustibles”. [http://www.biocombustibles.cl/site/cont\\_productos.htm](http://www.biocombustibles.cl/site/cont_productos.htm), 07.05.2014, 17:25

*“...el ámbito de estos se orienta hacia los productos bioetanol y biodiesel, dado el protagonismo que puede alcanzar, como así la disposición y la concepción que se tiene de la producción de biogás, ya sea a partir de rellenos sanitarios o tratamiento de aguas residuales o del tratamiento anaeróbico de residuos orgánicos, hacen de este energético parte integrante de los Biocombustibles...”<sup>20</sup>*

### 2.2.2 BIODIESEL

Combustible alternativo al diesel, derivado de aceites vegetales o animales. Es de combustión limpia, lo que significa que menor grado de contaminación. Es posible encontrar biodiesel puro (B100), o bien mezclado con diesel. Es posible utilizarlo en ambos estado. Es un biocombustible renovable y contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El biodiesel es posible utilizarlo en cualquier motor diesel, solo se deben modificar aquellas partes de goma o caucho que se encuentren en contacto con el combustible.

El uso de biodiesel ha sido promovido en grande naciones. Por ejemplo en Estados Unidos el biodiesel proveniente de la soja es muy popular y en Europa es más común encontrar de la planta colza o raps.

---

<sup>20</sup> Comisión Nacional de Energía. “Biocombustibles”. <http://www.cne.cl/energias/biocombustibles/tipos-de-energia>, 07.05.2014, 17:36

La ASTM (American Society for Testing and Material Standard, Asociación Internacional de Normativa de Calidad), define biodiesel como:

*“...El biodiesel está compuesto de "ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de aceites vegetales o grasas animales". Es decir, un combustible alternativo de combustión limpia hecho con grasa o aceite (como el de soya o de palma) que se ha sujetado a un proceso químico para extraerle la glicerina...”<sup>21</sup>*

### 2.2.3 MATERIAS PRIMAS PARA LA PRODUCCION DE BIODIESEL

<sup>22</sup>El biodiesel es un biocombustible, de carácter renovable y producido por aceites vegetales o animales. Mayoritariamente, este producto es generado a partir de plantas oleaginosas como por ejemplo el girasol, la colza o raps y la soja. A continuación se clasificarán los principales grupos de aceites utilizados para la producción de biodiesel.

#### ❖ **Aceite de origen vegetal convencional**

- Aceite de girasol

---

<sup>21</sup> ASTM. “Biodiesel”. [http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF09/nelson\\_spjf09.html](http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF09/nelson_spjf09.html), 07.05.2014, 18:01

<sup>22</sup> “Materia Prima Biodiesel”. <http://www.biodisol.com/biodiesel-que-es-el-biodiesel-definicion-de-biodiesel-materias-primas-mas-comunes/biodiesel-materias-primas-con-que-se-fabrica-biodiesel-aceites-y-grasas-produccion/>, 07.05.2014, 18:22

- Aceite de palma
- Aceite de soja
- Aceite de coco
- Aceite de colza

❖ **Grasas animales**

- Grasa de pollo
- Grasa de pescado
- Sebo de vaca

❖ **Aceites de otras fuentes**

- Aceites de producciones microbianas
- Aceites de microalgas

❖ **Aceites ya utilizados**

A lo largo del trabajo se mencionarán principalmente aceites vegetales convencionales y de otras fuentes. Existen grandes cantidades de materia prima para la producción de biodiesel, pero solo se nombraron aquellas más conocidas y que en su mayoría se han empleado.

### 2.2.3 PROCESO DE PRODUCCION

El proceso químico utilizado para la producción de biodiesel se denomina transesterificación, el cual posee tres variables: transesterificación del aceite con catalizador alcalino, transesterificación de aceite a través de un catalizador ácido y conversión del aceite en ácidos grasos y luego a biodiesel. La opción más viable es la primera, ya que las ventajas que presenta son más favorables en comparación a las otras dos. Según La CONAE la transesterificación es lo siguiente:

*“...el proceso de transesterificación consiste en combinar, el aceite (normalmente aceite vegetal) con un alcohol ligero, normalmente metanol, y deja como residuo de valor añadido glicerina que puede ser aprovechada por la industria cosmética, entre otras...”<sup>23</sup>*

### 2.3 LEXICO

A lo largo del tiempo el tema sobre el petróleo ha sido bastante polémico no solo en los ámbitos económicos y políticos, sino que también referente al medio ambiente. Es por esta razón que se desarrollará el tema sobre combustibles no contaminantes,

---

<sup>23</sup> CONAE. “Biodiesel”.  
<http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/466/2/biodiesel.pdf>, 07.05.2014, 19:52

haciendo énfasis en el biodiesel. Para poder comprender con mayor facilidad se definirán a continuación algunos conceptos referentes a los biocombustibles y biodiesel.

- **Crudo:** es sinónimo de petróleo.
- **Diesel:** generado con la destilación del petróleo, de uso para motores de encendido automático.
- **Refinación:** purificar o eliminar las impurezas a una sustancia o mezcla.
- **Biocombustible:** combustible de origen biológico, derivado de la biomasa. Estos se clasifican dentro de las energías de base renovables. Dentro de los biocombustibles se encuentran dos generaciones. En la primera se encuentra etanol y biodiesel, producidos de cultivos tradicionales, como por ejemplo la caña de azúcar, el maíz, la soja, entre otros. La segunda generación es extraída de fuentes no alimenticias. Los biocombustibles fueron la primera fuente energética descubierta por el ser humano.
- **Biocarburantes:** combustibles procedentes de la energía de la biomasa, sinónimo de biocombustible.
- **Energía Renovable:** energía que es generada por fuentes que se renuevan de forma constante, o bien por combustibles de carácter renovables.
- **Biomasa:** material orgánico utilizado como combustible para generar calor o energía. Se puede encontrar en estado sólido, líquido o gaseoso. La energía es liberada de forma inmediata, puede ser por combustión, o bien convertida en productos.

- **Biodiesel:** combustible líquido generado por materia prima renovable, es un sustituto del diesel oil. Este biocombustible es utilizado en motores de combustión para diesel.
- **Bioetanol:** se genera luego de la fermentación de azúcares encontradas en la materia orgánica de las plantas.
- **Sustentabilidad:** implica una nueva forma de pensar y actuar, donde el objetivo es proteger y resguardar los recursos naturales para futuras generaciones, satisfaciendo las necesidades actuales. Es un proceso donde existe una visión integral de tres conceptos: ambiente, economía y sociedad. Es decir, la sustentabilidad es un proceso donde se debe mantener el equilibrio entre el medio ambiente y las relaciones humanas, permitiendo el desarrollo económico mediante la ciencia y la tecnología, y sin dañar el ecosistema.<sup>24</sup>
- **Ecosistema:** conjuntos de seres vivos interrelacionados en un mismo hábitat.
- **Gases de efecto invernadero:** gases pertenecientes a la atmósfera de manera natural (vapor de agua, dióxido de carbono, metano, entre otros). Su aumento es nocivo para el medio ambiente, efecto ocasionado por los seres humanos.
- **Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>):** gas sin olor o color, generado al quemar cualquier sustancia que contenga carbono// producto de la respiración y fermentación.
- **Transesterificación:** corresponde a un proceso químico, a través del cual es posible generar biodiesel y glicerina mediante la transformación de aceites

---

<sup>24</sup> “Sustentabilidad”. [http://www.slideshare.net/constructions\\_jm/11-concepto-de-sustentabilidad](http://www.slideshare.net/constructions_jm/11-concepto-de-sustentabilidad), 05.05.2014, 22:02

vegetales. Existen tres tipos de transesterificación: transesterificación del aceite con catalizador alcalino; transesterificación de aceite a través de un catalizador ácido; conversión del aceite en ácidos grasos y luego a biodiesel.

- **Metanol:** alcohol incoloro, tóxico soluble en agua. Utilizado generalmente para el proceso de la transesterificación.
- **Raps:** planta oleaginosa de flor amarilla, también denominada como canola o colza.
- **Girasol:** llamada también maravilla, es una planta oleaginosa.
- **Protocolo de Kyoto:** es un tratado a través del cual los países se comprometen a estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Fue adoptado inicialmente el 11 de Diciembre del año 1997 en Japón. En Febrero del 2005 entró en vigor. Para el año 2009 se encontraban 187 Estados ratificados. El objetivo es crear un cambio de conciencia relacionado al resguardo del medio ambiente, por lo que ha impulsado a gobiernos y empresas a cumplir un compromiso con el cuidado del ecosistema al minuto de generar inversiones. A continuación se muestra un mapa donde, con colores, se presentan a los países que han ratificado, abandonado, no poseen una posición al respecto y los que no han ratificado. En esta última categoría pertenece Estados Unidos, ya que es la nación con mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, razón por la que no ha ratificado el protocolo.



## 2.4 DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

### 2.4.1 INTRODUCCIÓN AL TEMA

A lo largo de los últimos años el petróleo se ha presentado como un tema polémico en diversos países del mundo, desde una perspectiva monetaria hasta el cuidado del medioambiente. Este último punto ha adquirido año tras año mayor interés e importancia, lo cual se debe principalmente a que la contaminación producida por el crudo ha ido en aumento y, además, cabe destacar que su uso es fundamental para la sociedad pero es un producto que cada día su escasez crece como también su demanda.

Este tema ha adquirido tal importancia que incluso en Europa ya se han comenzado investigaciones al respecto. Tal es el caso de España, donde las iniciativas para generar biocombustibles han sido diversas. Esta situación está ocurriendo alrededor del mundo, ya que se ha creado conciencia sobre las consecuencias que los combustibles normales están ocasionando en el medio ambiente, tanto entorno social como ecológico.

A lo largo del desarrollo del tema sobre biodiesel se determinará la factibilidad y aceptabilidad de su desarrollo en Chile. Esto considera la investigación del aspecto tecnológico, vale decir si es posible realizar el desarrollo de biodiesel en el país con la tecnología existente; y tomando en cuenta los riesgos e impactos que conlleva este

proyecto. Se generará una relación con la empresa donde se realizó la práctica, debido a que la motivación para el informe emana de la misma, y ya que ENAP representa un fuerte pilar para Chile en lo que a combustible se refiere y es necesario considerar las investigaciones que se están realizando bajo el nombre de esta empresa.

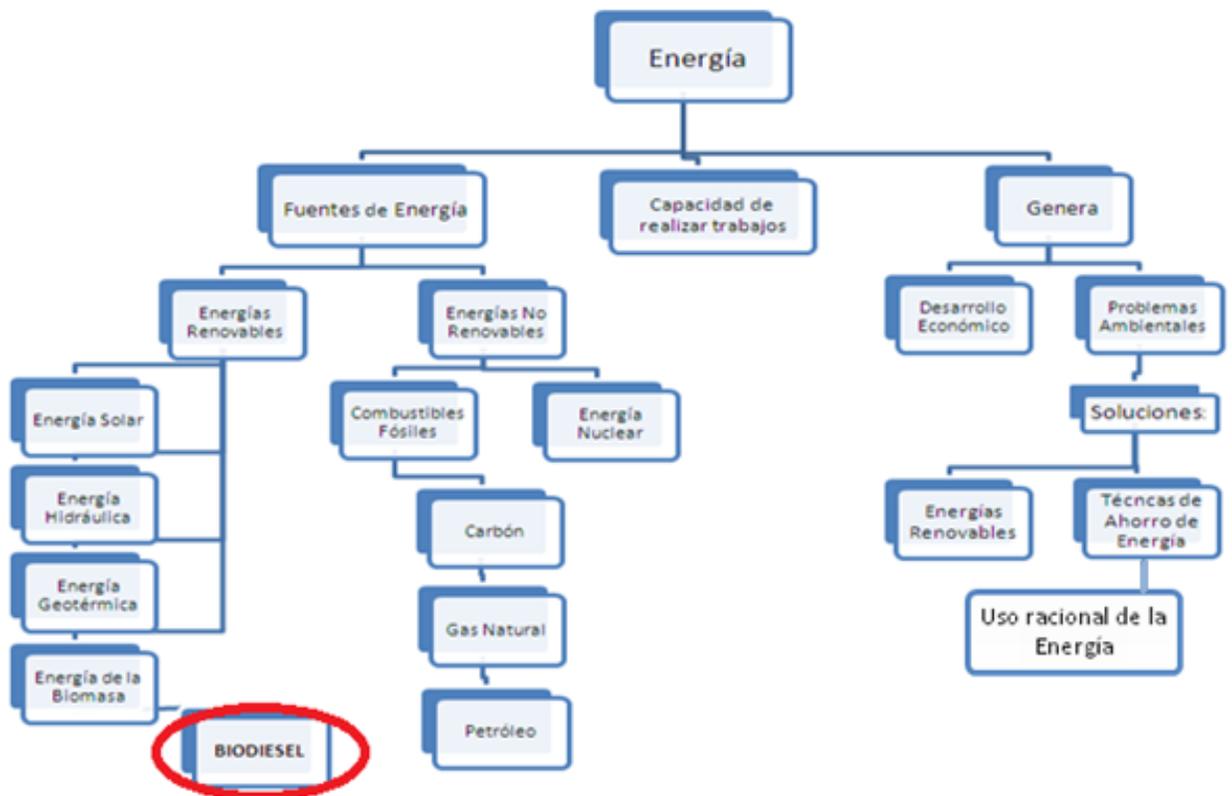
Para poder apoyar lo que se expondrá, se debe tener claro el significado y el funcionamiento de los biocombustibles. Estos provienen desde la biomasa, vale decir materia orgánica generada por un proceso de origen biológico. Los biocombustibles pueden ser utilizados para generar electricidad, para transporte y motores, gas de cocina, calefacción y para aquellos motores que no sean eléctricos.

El objetivo es poder identificar si el biodiesel es aplicable en Chile y, a la vez, poder desarrollarlo dentro del territorio. Para esto se investigará sobre los distintos requerimientos dentro del ámbito social, económico y político frente a dicho tema. Ya para finalizar, se creará un compilado de todo lo ya explicado, se expondrán las características tanto positivas como negativas. De esta manera se generará un criterio y se concluirá si es aceptable y factible el desarrollo y/o elaborar biodiesel dentro de la nación.

## 2.4.2 BIOMASA: ORIGEN DE BIODIESEL

De manera de poder lograr un entendimiento completo de la investigación que se llevará a cabo, es necesario comprender lo esencial del tema, el biodiesel. Para esto es fundamental saber de dónde proviene este biocombustible. A continuación se presenta un esquema que muestra su origen.

Figura 10: “Esquema de Biodiesel”



Fuente: “Bionegocios: Como externalidades comerciales (caso biogás)”

En el esquema presentado muestra que es posible crear el biodiesel a través de la fuente energética biomasa, la cual representa, a su vez, una energía renovable. Esto quiere decir que la energía utilizada se puede volver a generar, ya sea de forma natural, o bien artificial. Si su uso es sostenible, esta energía durará en el tiempo. El término “uso sostenible” hace referencia a la utilización de los recursos naturales de forma equilibrada, satisfaciendo las necesidades del explotador (económicas, sociales y/o políticas) y procurando generar un bajo impacto en el ecosistema. De esta manera es posible resguardar la flora y la fauna para futuras generaciones<sup>25</sup>.

La biomasa es de origen vegetal o animal, la cual se puede clasificar en dos grandes grupos: biomasa residual o natural, dependiendo del origen; y biocombustibles líquidos, sólidos o gaseosos. La tecnología implementada como el proceso de conversión utilizado, determinarán el resultado tras la aplicación de biomasa. Por esta razón es que los usos de esta fuente energética se dividen en tres áreas: transporte, térmica y eléctrica. Lo recién desarrollado se puede explicar de forma más clara a través de la tabla presentada a continuación.

---

<sup>25</sup><http://www.fondobiocomercio.com/index.php/que-es-uso-sostenible>, 05.05.2014, 22:06

Figura 11: “Proceso de la Biomasa”

| <b>Fuentes de Biomasa</b>                                             | <b>Suministro</b>      | <b>Tecnología de Conversión</b>                                              | <b>Productos Finales</b>                                        |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <u>Residuos Forestales</u>                                            | <u>Recolección</u>     | <u>Bioquímica(fermentación)</u>                                              | <u>Electricidad</u>                                             |
| <u>Residuos Agrícolas:</u><br><i>-herbáceos –leñosos</i>              | <u>Manipulación</u>    | <u>Termoquímica</u><br><i>-combustión -gasificación</i><br><i>-pirolisis</i> | <u>Calor</u>                                                    |
| <u>Cultivos:</u><br><i>-leñosos -herbáceos</i><br><i>-oleaginosos</i> | <u>Almacenamiento</u>  | <u>Química(transesterificación)</u><br><i>(síntesis química)</i>             | <u>Biocarburantes</u><br><i>-bioetanol</i><br><i>-Biodiesel</i> |
|                                                                       | <u>Pre-tratamiento</u> |                                                                              |                                                                 |
|                                                                       | <u>Transporte</u>      |                                                                              |                                                                 |

Fuente: <http://www.economiadelaenergia.com/2010/11/biomasa-que-es-la-biomasa/>, 05.05.2014, 22:07

Además se puede afirmar que los resultados del uso de la biomasa varían dependiendo de la tecnología y proceso de conversión que sean aplicados. Es decir, que los productos finales generados a partir de esta fuente energéticas son diversas. Luego de analizar lo previamente expuesto, es posible comprender el origen del biodiesel y la fuente de que proviene.

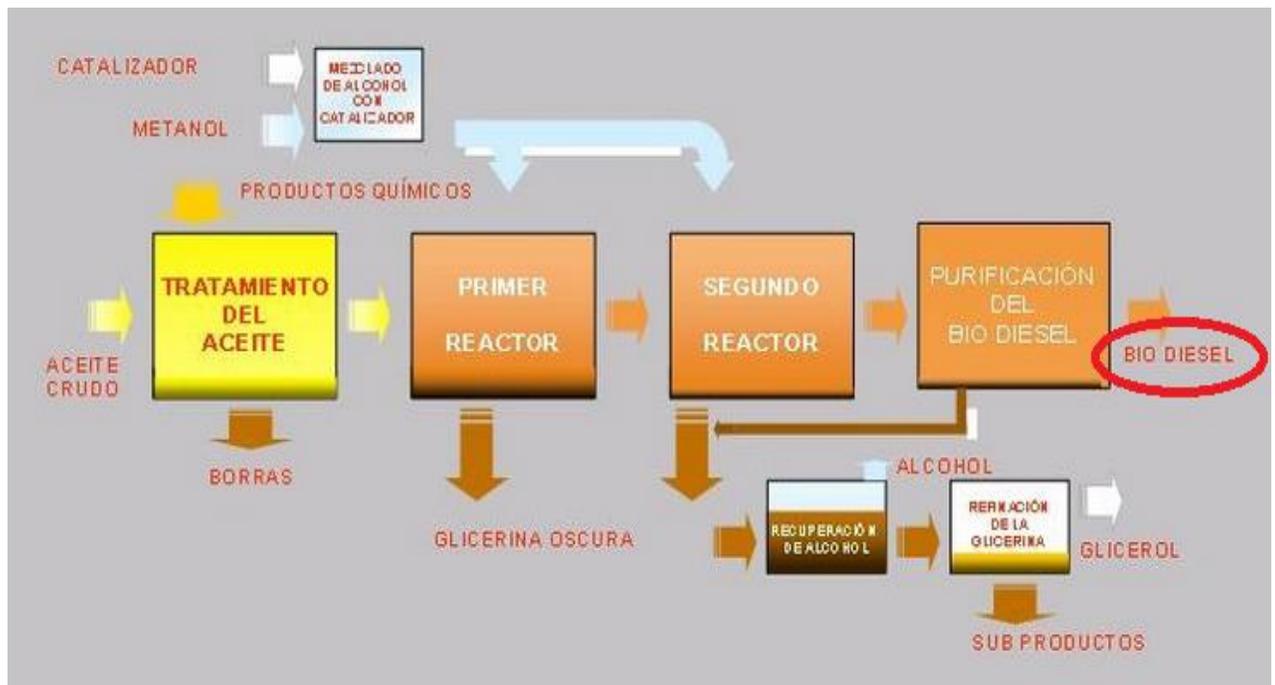
### 2.4.3 BIODIESEL Y LA RELACION CON EL MEDIO AMBIENTE

El biodiesel fue creado principalmente para disminuir, y/o cesar de forma paulatina, el uso del petróleo. Esto se debe al deterioro que ha sufrido el medio ambiente a lo largo del tiempo. El daño ha llegado a crecer de tal manera que ha generado alerta y controversia alrededor del mundo. Actualmente, la importancia que posee el cuidado y protección del ecosistema para futuras generaciones, se ha convertido en un punto esencial para los negocios nacionales e internacionales. Por esta razón, es que se han incluido cláusulas en contratos para poder prevenir o generar el menor daño posible al medio ambiente. Los principales daños relacionados con el petróleo son: gases tóxicos expedidos por empresas y medios de transporte, los cuales no solo destruyen al ecosistema, sino que también ponen en peligro la salud de los seres humanos; derrames de petróleo, que atenta contra la vida animal y vegetal; el aumento de la perforación en la capa de ozono.

El biodiesel es un biocombustible (combustible de carácter renovable, derivado de la biomasa) obtenido a partir de aceites vegetales, grasas de animales o aceites comestibles que ya no se utilizan. El proceso químico aplicado para generar este biocombustible es denominado “transesterificación”, cabe mencionar que existen tres tipos de transesterificación (explicado previamente en el Léxico). El residuo adquirido de esta combinación es, entre diversos subproductos, glicerina, que puede ser usado con propósitos cosméticos y otros. A continuación se presenta un esquema dónde se muestra,

en forma simplificada para mayor entendimiento, el proceso de transesterificación, comúnmente utilizado, que finaliza en la creación de biodiesel.

Figura 12: “Proceso de Transesterificación”



Fuente: <http://www.angelfire.com/co4/palmaceite/biodiesel5.htm>, 05.05.2014, 22:11

Las propiedades que el biodiesel presenta, son altamente favorables para la mejora continua del medio ambiente. A continuación, serán nombrados y explicados los principales beneficios que genera el uso de biodiesel en el ecosistema.

Como previamente se ha mencionado, este biocombustible contribuye con el desarrollo sostenible. De esta forma es posible resguardar el ecosistema, mientras que se

consigue satisfacer las necesidades por las cuales se esté requiriendo el producto. Esto es posible ya que el biodiesel proviene del uso de aceites vegetales o especies oleaginosas, lo cual concluye en que el uso de recursos naturales se minimiza considerablemente.

Cabe destacar que al implementar el uso de biodiesel, disminuiría la dependencia de los combustibles fósiles, con lo cual es posible reducir los gases que contribuyen al efecto invernadero. Dentro de estos gases se encuentra el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el cual es el más común y conocido dentro de ellos. Al utilizar biodiesel, la liberación de este gas es considerablemente menor en comparación al diesel, lo que conlleva a que la intensidad del calentamiento global sería cada vez menor. En la tabla que se presenta a continuación, queda reflejado el efecto que posee el uso de biodiesel en el calentamiento global. Las emisiones de gas de efecto invernadero disminuyen en forma importante al utilizar biodiesel, generando una comparación con el uso de diesel. Las siglas de las diferentes mezclas de biodiesel, significan lo siguiente:

- **BD5A1:** Biodiesel de aceite vegetal crudo, mezclado con 5% diesel.
- **BD10A1:** Biodiesel de aceite vegetal crudo, mezclado con 10% diesel.
- **BD100A1:** Biodiesel de aceite vegetal crudo, puro.
- **BD5A2:** Biodiesel de aceite vegetal usado, mezclado con 5% diesel.
- **BD10A2:** Biodiesel de aceite vegetal usado, mezclado con 10% diesel.
- **BD100A2:** Biodiesel de aceite vegetal usado, puro.

Figura 13: “Emisiones de Gas de Efecto Invernadero en las distintas etapas del ciclo de vida de las mezclas estudiadas”

**Emisiones de gases de efecto invernadero (g CO<sub>2</sub> equiv/km) en las distintas etapas del ciclo de vida de las mezclas estudiadas**

| g CO <sub>2</sub> equiv/ km      | Diésel<br>EN-590 | BD5A1         | BD10A1        | BD100A1      | BD5A2         | BD10A2        | BD100A2      |
|----------------------------------|------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|
| Producción semilla               |                  | 2,31          | 4,64          | 49,07        |               |               |              |
| Transporte semilla               |                  | -0,01         | -0,03         | -0,30        |               |               |              |
| Extracción de<br>aceite          |                  | 0,93          | 1,87          | 19,80        |               |               |              |
| Transporte aceites               |                  | 0,29          | 0,58          | 6,16         |               |               |              |
| Refino aceites                   |                  | 0,08          | 0,16          | 1,70         |               |               |              |
| Transesterificación              |                  | -0,53         | -1,06         | -11,20       |               |               |              |
| Extracción crudo                 | 2,01             | 1,92          | 1,82          |              | 1,91          | 1,82          |              |
| Transporte crudo                 | 1,70             | 1,62          | 1,54          |              | 1,62          | 1,54          |              |
| Refino                           | 8,33             | 7,94          | 7,54          |              | 7,93          | 7,53          |              |
| Distribución<br>mezclas          | 4,09             | 4,17          | 4,25          | 1,43         | 4,17          | 4,13          | 2,87         |
| Recogida aceites<br>usados       |                  |               |               |              | 0,39          | 0,78          | 8,10         |
| Reciclado                        |                  |               |               |              | 0,08          | 0,17          | 1,75         |
| Transporte aceites<br>reciclados |                  |               |               |              | 0,15          | 0,29          | 3,03         |
| Transesterificación<br>usados    | 0,00             | 0,00          | 0,00          | 0,00         | -0,05         | -0,10         | -1,07        |
| Uso                              | 146,87           | 139,29        | 132,68        | 4,13         | 139,81        | 132,85        | 4,32         |
| <b>Total</b>                     | <b>163,00</b>    | <b>158,00</b> | <b>154,00</b> | <b>70,80</b> | <b>156,00</b> | <b>149,00</b> | <b>19,00</b> |

Fuente: <http://energiaunam.wordpress.com/2010/03/09/biocombustibles-huella-de-carbon/>, 06.05.2014,

01:21

Tal es la importancia de aminorar la cantidad de CO<sub>2</sub>, que la Unión Europea creó un plan estratégico para implementar el uso de biocombustibles dentro de las naciones integrantes y para países en desarrollo. El objetivo es que, para antes del año 2020, el porcentaje de uso de biocombustibles corresponda a un 10% del total del consumo de gasolina y diesel. Para esto crearon un plan estratégico, donde los objetivos son tres. El

primero consta de la promoción de biocombustibles; el segundo, preparación de a gran escala: y el último es generar cooperación entre los países para la producción sostenible del producto.<sup>26</sup> La razón por lo que se menciona lo anterior, es para hacer énfasis en la relevancia que han adquirido los biocombustibles en la actualidad. La noción de generar un cambio en el hábito energético, se ha transformado en un tema para todas las naciones del mundo.

#### 2.4.3.1 LEYES Y NORMAS

Alrededor del mundo se ha creado conciencia respecto al mejoramiento ambiental, esto ha llevado a buscar alternativas para productos de uso cotidiano que con el paso del tiempo se han transformados en daños para el ecosistema. Tal es el caso del petróleo, un commodity utilizado y demandado por todo el mundo. Una de las opciones alternas es el biodiesel, el cual cumple las funciones del petróleo como combustible. Un biocombustible que promete la mejoría del ambiente como también la calidad de vida de los seres humanos, vegetales y animales, logrando las mismas funciones del petróleo. Para introducir este biocombustible en el mundo, ha sido necesario crear leyes y normas. La meta principal de legislar la aplicación de combustibles ambientalistas, es establecer estatutos referentes a su uso, promoción y producción. De esta manera se constituyen

---

<sup>26</sup>[http://europa.eu/legislation\\_summaries/energy/renewable\\_energy/128175\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/128175_es.htm), 05.05.2014, 22:50

beneficios, multas y normas para que la implementación de biocombustibles sea de calidad y eficiente.

La producción de biodiesel se ha propagado tanto por América Latina como por la Unión Europea. En estos continentes se han creado leyes, normas y acuerdos que regularizan la producción del biocombustible. A continuación, se hará mención de los aspectos más relevantes de las leyes dentro de Argentina, Brasil y Europa. De esta forma será posible obtener un marco de referencia respecto a los decretos aplicados en naciones con culturas distintas. Además, es importante analizar las leyes de los países nombrados debido a la cercanía existente con Chile, ya sea por negocios o solo en términos territoriales.

<sup>27</sup>En Argentina se ha aplicado desde el año 2007 la ley 26.093, la cual tiene como vigencia 15 años desde su aprobación. Su contenido tiene como objetivo dictar las normas para poder regular y promover el uso y producción sustentable de los biocombustibles. Esta ley se compone de dos capítulos. El primero habla principalmente de que se debe mezclar, como mínimo, un 5% de biodiesel con el combustible. La mezcla se denomina como B5. También, se establece que la Autoridad de Aplicación será la Secretaria de Energía, exceptuando los casos referentes a situaciones fiscales, o bien tributarias. En tal caso actuará como Autoridad de Aplicación el Ministerio de Economía y Producción. Algunas de las principales funciones pertenecientes de dicha

---

<sup>27</sup><http://www.alconoa.com.ar/Ley26093.html>, 29.04.2014, 23:51

Autoridad son: fijar precios, establecer normas de calidad, aprobar proyectos que puedan surgir y crear reglamentos para el funcionamiento de las plantas de biocombustibles.

En el capítulo segundo se hace referencia a la promoción, vale decir el régimen beneficiario que se aplicará a todo proyecto de industrias de biocombustibles. Luego se exponen ciertas características que aquellos proyectos deben poseer, como por ejemplo: que se establezcan dentro del territorio nacional, pertenecientes a personas físicas o jurídicas que en su mayoría sean del área agropecuaria y que hayan accedido al cupo fiscal. A continuación, se presentan los beneficios que la ley aplica, los cuales son, básicamente, rebaja de impuestos. Este decreto apunta más que nada a las pequeñas y medianas empresas, y a las que estén dentro del área agropecuaria. (*Ley 26.093 completa se encuentra en anexos.*)

<sup>28</sup>La ley 11.097 fue promulgada en Brasil en el año 2005, modificando la ley anterior 9.478. Como autoridad se reconoce a la Agencia Nacional de Petróleo (ANP, como se denominará en adelante), Gas Natural y Biocombustible ANP. Todas estas instituciones se encuentran vinculadas con el Ministerio de Minas y Energía, el regula y fiscaliza la industria de biodiesel y alcohol. La ley exige que productores e importadores de biodiesel sean exclusivamente personas jurídicas. En cuanto a la distribución del producto, la ANP se encarga de reglamentar la distribución de combustibles y autoriza la actividad. Además, es importante señalar, que solo aquellos que hayan sido autorizados

---

<sup>28</sup><http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/Biocombustibles/ANALISIS%20DE%20LEGISLACION%20SOBRE%20BIOCOMBUSTIBLES.pdf>, 29.04.2014, 23:53

por la ANP pueden mezclar etanol con gasolina. Desde la promulgación de la ley, la mezcla permitida es de 2% como mínimo, durante tres años. Luego ese porcentaje aumenta a un 5%, como mínimo, durante ocho años.

Dentro del Régimen Tributario se encuentran diversos impuestos aplicados a la actividad del biodiesel. Algunos relevantes son: CIDE, Contribución de Intervención en el Dominio Económico, este afecta la importación y comercialización de petróleo; y PIS/PASEP, Contribución para el Programa de Integración Social del Trabajador y de Formación del Patrimonio del Servidor Público. Relacionado con el tema tributario, se presentan las sanciones impuestas por infracciones cometidas. Algunas de los desacatos reconocidos por Brasil son: la comercialización, importación o exportación de biocombustibles, donde la calidad o especificaciones no concuerdan con lo que fue autorizado; no presentar el documento de origen; emisión de declaraciones falsas con el fin de evadir impuestos. Las multas aplicadas corresponden a la gravedad de la infracción realizada.

Referente a la Unión Europea, se ha determinado que son responsables de aproximadamente un 21% de la contaminación de gases de efecto invernadero. Este dato ha alertado a casi todos los países miembros, resaltando en compromiso Alemania, Francia Reino Unido e Italia. Las medidas que se han aplicado son diversas, como por ejemplo dentro de la industria automovilística se están creando autos denominados “más limpios”, vale decir que su nivel de contaminación es menor que al regular.

Para poder entender y analizar mejor el caso de la Unión Europea, se hará enfoque en Alemania. Este país representa, actualmente la potencia económica de Europa, además de ser uno de los miembros más comprometidos con la causa de mejorar el mundo en que vivimos. Alemania, promueve seguridad de inversión para el proyecto de implementar biodiesel en el país, para lo cual aplica tres instrumentos. El primero consta de una ley de energías renovables, con la cual se establecen tecnologías de energías reutilizables dentro del mercado. Con este objetivo presente, se aplica la acción de mantener un precio mínimo durante 20 años.

El segundo instrumento es un programa de estímulo de mercado, el cual se aplica únicamente para la biomasa sólida. Y por último, se utiliza como instrumento ventajas fiscales para los combustibles de carácter renovables.

Los estado miembros de la Unión Europea deben mantener a la Comisión (institución autoritaria en el campo) sobre los siguientes aspectos:

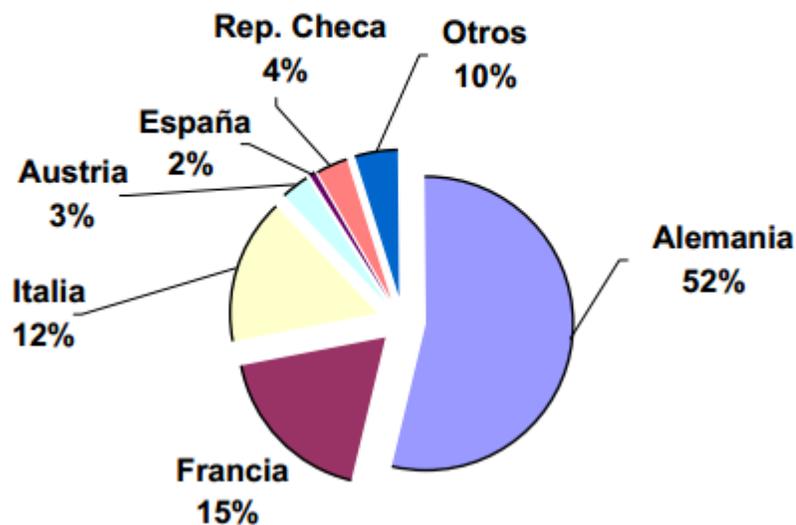
- Las medidas aplicadas para el fomento de del uso de biocarburantes.
- El porcentaje utilizado en el consumo del año anterior.
- Los recursos que fueron destinados para la producción de biomasa para fines diferentes que el transporte.

A continuación se muestra un gráfico que ayudará a visualizar de mejor manera la situación de la Unión Europea, mostrando la participación que poseen los países

miembros en la producción de biodiesel. Cabe mencionar, también, que Alemania se presenta como el país miembro que más biodiesel genera (reiterando lo previamente mencionado con respecto al mismo país).

Figura 14: “Participación Producción de Biodiesel en UE año 2005”

### Participación Producción de Biodiesel en UE año 2005



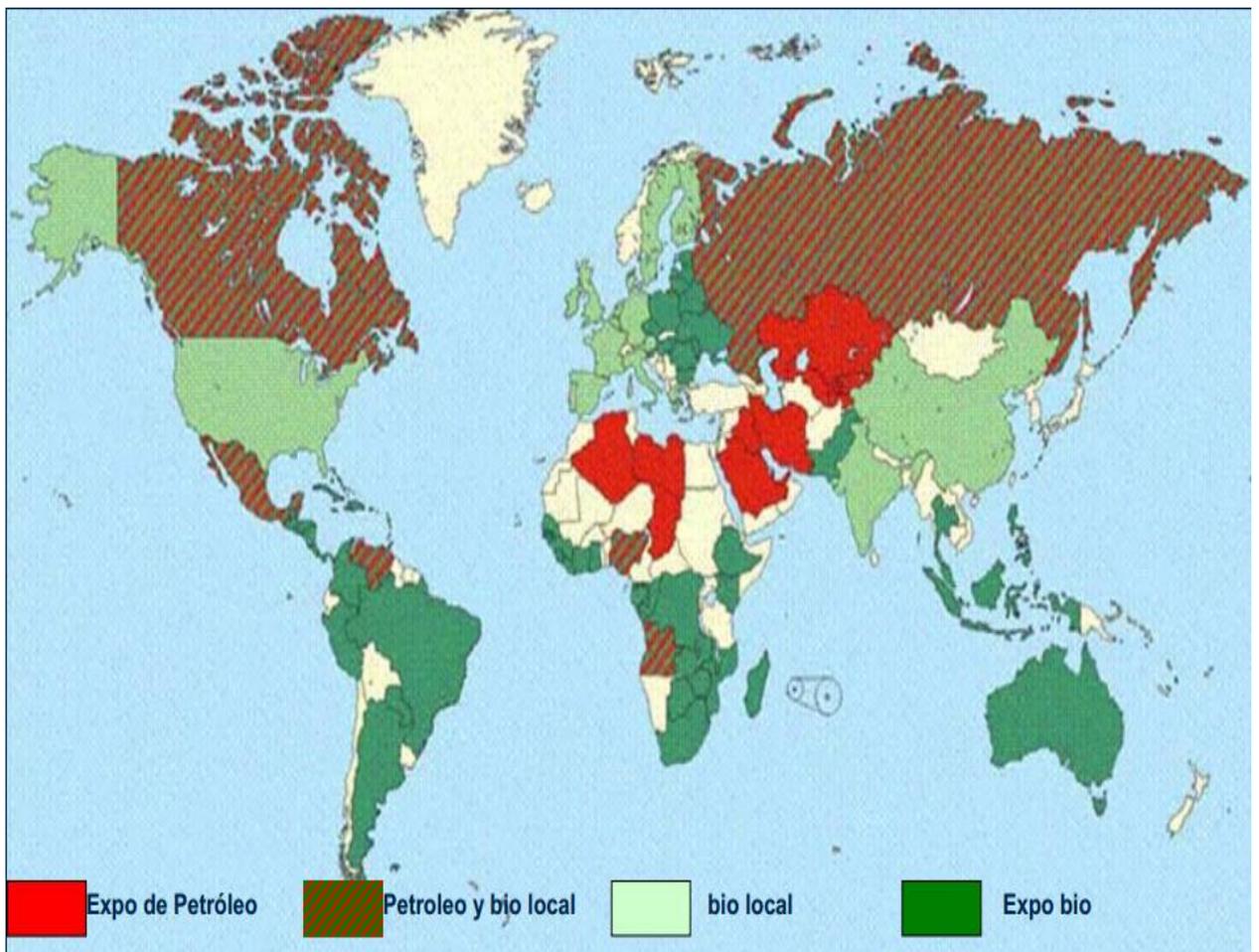
Fuente: [http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/SemBiocombustibles/22\\_Biocombustibles-](http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/SemBiocombustibles/22_Biocombustibles-)

[FAO.pdf](#), 29.04.2014, 23:55

Y para finalizar, se presenta la figura 15 con datos relevantes para el desarrollo del tema de tesis. Se muestra una proyección del mercado que los biocombustibles adquirirán para el año 2030. Los datos aplicados son esenciales para lograr ampliar el

análisis del comercio, tanto del petróleo como de biocombustibles. El gráfico presenta la situación a nivel mundial.

Figura 15: “Proyección Biocombustibles para el año 2030”



Fuente: [http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/SemBiocombustibles/22\\_Biocombustibles-FAO.pdf](http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/SemBiocombustibles/22_Biocombustibles-FAO.pdf), 29.04.2014, 23:56

Teniendo clara la información entregada sobre las leyes de carácter latino americanas y europeas, se debe proceder a estudiar las normas de acuerdo a la situación

en Chile. De esta manera será posible crear, a grandes rasgos, un marco legal en comparación con las leyes aplicadas en países de América y Europa.

<sup>29</sup>Durante el año 2007, en Chile, se emitió una circular titulada “Instruye sobre Tratamiento Tributario de los biocombustibles denominados Biodiesel y Bioetanol”. En ella se explica que el único impuesto que se debería aplicar, al comercializar biocarburantes, es el Impuesto al Valor Agregado (IVA), siempre y cuando este se encuentre en estado puro. La explicación de que el biodiesel, al igual que el bioetanol, quede exento del impuesto específico, es debido a que su composición química es diferente a la del petróleo diesel. El biodiesel, al encontrarse mezclado, el modo de aplicación de impuesto cambia. Los impuestos correspondientes, por ejemplo Impuesto Específico, serán aplicados solo al porcentaje equivalente al de gasolina o bien petróleo. De esta forma la porción perteneciente a biodiesel quedaría libre de impuesto específico, tal como se mencionó previamente.

En el año 2008, se publicó en el Diario Oficial una norma referente a las especificaciones de calidad que el biodiesel debe cumplir. Estas se encuentran en la figura presentada a continuación. Cabe destacar que deben ser aplicadas tanto a productos nacionales como a importados.

---

<sup>29</sup><http://www.cne.cl/energias/biocombustibles/normativas>, 30.04.2014, 0:00

Figura 16: “Especificaciones de Calidad que el Biodiesel debe cumplir”

| Propiedad                                         | Unidad de medida                        | Valor                 |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|
| Densidad a 15°C                                   | g/cm <sup>3</sup>                       | Min. 0,860 Máx. 0,900 |
| Viscosidad a 40°C                                 | mm <sup>2</sup> /s<br>(cST=centiStokes) | Min. 3,5 Máx. 5,0     |
| Punto de inflamación                              | °C                                      | Min. 120              |
| Punto de escurrimiento                            | °C                                      | Máx. -1               |
| Azufre total                                      | % masa                                  | Máx. 0,005            |
| Residuos de Carbono Conradson (CCR) al 100%       | % masa                                  | Máx. 0,05             |
| Contenido de ceniza sulfatada                     | % masa                                  | Máx. 0,02             |
| Agua y sedimentos                                 | % volumen sedimentario                  | Máx. 0,05             |
| Corrosión de la lámina de cobre ( 3 horas, 50°C)  | grado de corrosión                      | Máx. N° 2             |
| Valor de neutralización (valor de ácido mg KOH/g) | mg KOH/g muestra                        | Máx. 0,5              |
| Contenido de ester                                | % masa                                  | Min. 96,5             |
| Contenido de metanol                              | % masa                                  | Máx. 0,20             |
| Glicerina libre                                   | % masa                                  | Máx. 0,02             |
| Glicerina total                                   | % masa                                  | Máx. 0,25             |
| Fósforo                                           | mg/kg                                   | Máx. 10               |
| Contenido de alcalinos (Na+K)                     | mg/kg                                   | Máx. 5                |
| Contenido de Metales (Ca+Mg)                      | mg/kg                                   | Máx. 5                |
| Estabilidad a la oxidación a 110°C                | Horas                                   | Máx. 6                |

Fuente: <http://ecodesarrollo.cl/portall/content/view/35/40/>, 30.04.2014, 0:01

En la actualidad, la recién electa presidenta de Chile, señora Michell Bachelet ha generado una reforma tributaria que afecta a diversos aspectos, esto incluye a los combustibles. Debido al daño medio ambiental existente y a la importancia que este tema está adquiriendo, la presidenta ha decidido implementar impuestos a automóviles e industrias que emitan gases contaminantes. Para apoyar lo expuesto, se presenta la siguiente cita.

*“... Como una forma de desincentivar la compra de vehículos particulares que utilizan petróleo diesel y también aquéllos de alta cilindrada, estableceremos un impuesto proporcional a la misma... el uso de combustibles fósiles en la industria también genera efectos negativos sobre el medioambiente y la salud de las personas. Por ello, avanzaremos en la implementación de impuestos a la emisión de contaminantes en la industria...”<sup>30</sup>*

Luego de analizar las leyes de Argentina, Brasil, Unión Europea y de Chile, se puede concluir que la nación chilena se encuentra menos preparada en comparación a los países mencionados en lo que respecta al fomento y producción de biodiesel. Por esta razón es que se debería tomar como ejemplo a naciones con más experiencia en el tema (Alemania, por ejemplo) y adaptar sus normas, leyes y procedimientos a la realidad chilena. Vale decir, utilizar las situaciones de países vecinos y/o europeos como una base para poder construir un cambio de enfoque energético, específicamente a la implementación de biodiesel.

#### 2.4.4 PRODUCCION BIODIESEL

Al ser el biodiesel un combustible de carácter renovable, su método de producción se diferencia al del petróleo. Ser renovable significa que la cantidad de CO2

---

<sup>30</sup> “Reforma Tributaria”. <http://michellebachelet.cl/wp-content/uploads/2013/10/Reforma-Tributaria-22-27.pdf>, 05.05.2014, 23:17

liberada por un vehículo que utiliza biodiesel, es la misma porción que requiere la planta oleaginosa para generar fotosíntesis. Las materias primas, la composición química, la tecnología, los procesos y los resultados de la producción de biodiesel difieren bastante en comparación al sistema productivo de un combustible fósil. A continuación se desarrollará el proceso para la producción de este biocombustible, incluyendo la materia prima requerida, las diversas etapas aplicadas y las condiciones existentes en Chile para que se pueda generar biodiesel.

#### 2.4.4.1 MATERIA PRIMA PARA BIODIESEL

Para la producción de biodiesel es posible utilizar diferentes tipos de materia prima. De hecho existen tres diferentes generaciones de biocombustibles, donde lo que varía es la forma de producir y la materia prima.

- <sup>31</sup>Primera Generación: aquellos biocombustibles que provienen de especies comestibles (maíz, girasol, soja o raps). Debido a tal característica es que son criticados, como por ejemplo que utilizan suelo destinado a cultivos alimenticios, o que la crisis alimentaria podría estar relacionada con las plantaciones destinadas a biocombustibles.

---

<sup>31</sup><http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/introduccion/generaciones-de-los-biocombustibles.html>, 30.04.2014, 0:05

- Segunda Generación: la materia prima es originaria de productos que ya no poseen mucha utilidad o desechos de cultivos alimenticios, que no son comestibles. Un buen ejemplo es el aceite ya usado.
- Tercera Generación: para producir este tipo de biocombustibles se requiere de cultivos específicos, tal es el caso del alga. Esta generación se diferencia de la Segunda, básicamente, en la biotecnología aplicada.

El problema principal con la Segunda y Tercera generación, es que los procesos productivos aún siguen en fase experimental. Este factor convierte a estas generaciones en poco rentables desde la perspectiva económica. Por estas razones, es que alrededor del mundo se utilizan biocombustibles de Primera Generación. Para evitar problemas relacionado con el área alimenticia, los cultivos se han procurado realizar en territorios donde no se genere daño alguno a otros con fines alimentarios, además de implementar cosechas de semillas.

Teniendo en cuenta lo explicado, se considerará, a lo largo del desarrollo, como materia prima a productos originarios de la Primera generación. Se hará enfoque en dos tipos principales: raps (canola o colza) y maravilla (girasol); estas dos especies serán analizadas, ya que en Chile es altamente posible cultivarlas para generar biodiesel. En seguida, se argumentará con mayor profundidad las razones de la elección de estas especies.

La maravilla presenta características que van acorde con la producción de biodiesel en Chile. Es una planta oleaginosa, contiene aproximadamente un 58% de aceite y su adaptación al suelo es flexible. Se cultiva especialmente en la Región Metropolitana y en VIII Región de Chile. Para la plantación de maravilla, es posible utilizar el mismo territorio que para el maíz.

Los raps son plantas oleaginosas especialmente usadas en Europa como alimento y, también, para la producción de biodiesel. De hecho, aproximadamente el 80% de biodiesel en Europa proviene de raps. Para los años 2005, 2006 se destinó 16.000 hectáreas de territorio para el cultivo de esta planta en Chile, con el fin de proveer alimento a salmones y sector pecuario. Es posible cultivar raps desde las VII Región hasta la X Región, vale decir que el suelo disponible para su cultivo es bastante amplio. Cabe destacar que el rendimiento promedio es de 35 qq/ha<sup>32</sup>.

#### 2.4.4.2 PROCESOS DE PRODUCCIÓN

El proceso para producir biodiesel ha sido nombrado en reiteradas ocasiones a lo largo del trabajo, transesterificación. Este proceso químico es el más común y utilizado para la producción de biocombustible, pero no es el único. Los procesos en total son tres y a continuación se definirán.

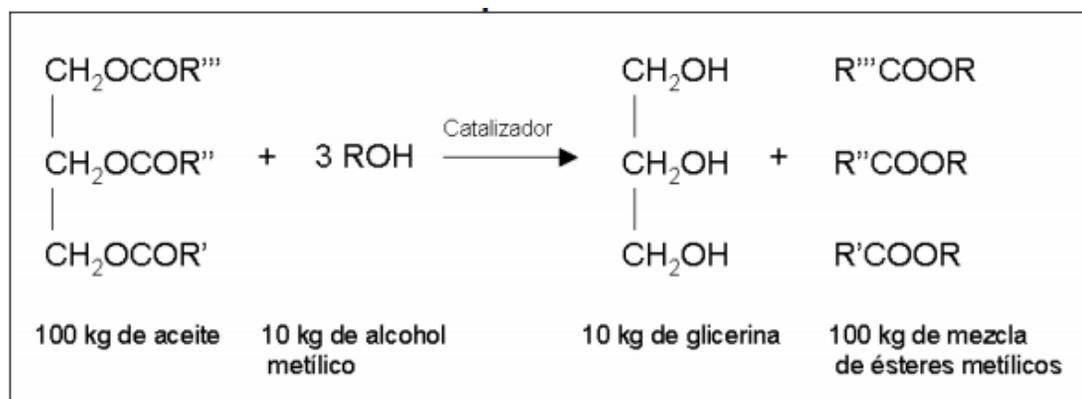
---

<sup>32</sup>Qq/ha, significa quintales por hectáreas, un quintal corresponde a 100 kg.

1. Transesterificación del aceite con catalizador alcalino.
2. Transesterificación de aceite a través de un catalizador ácido.
3. Conversión del aceite en ácidos grasos y luego a biodiesel.

Lo que define el proceso a utilizar es la cantidad que se desea obtener, materia prima implementada y calidad esperada. Como ya se mencionó, el proceso más utilizado es el primero, y las razones son las ventajas que este presenta: el nivel de temperatura y presión que se requieren en el proceso es bajo; en lo que infraestructura de la planta respecta, no se necesitan materiales especiales; reacciones colaterales mínimas, al igual que el tiempo de reacción; y por último, la tasa de rendimiento es alta, casi el 98% de la transformación del aceite pertenece a biodiesel.

Figura 17: “Reacción estándar para la obtención de biodiesel”

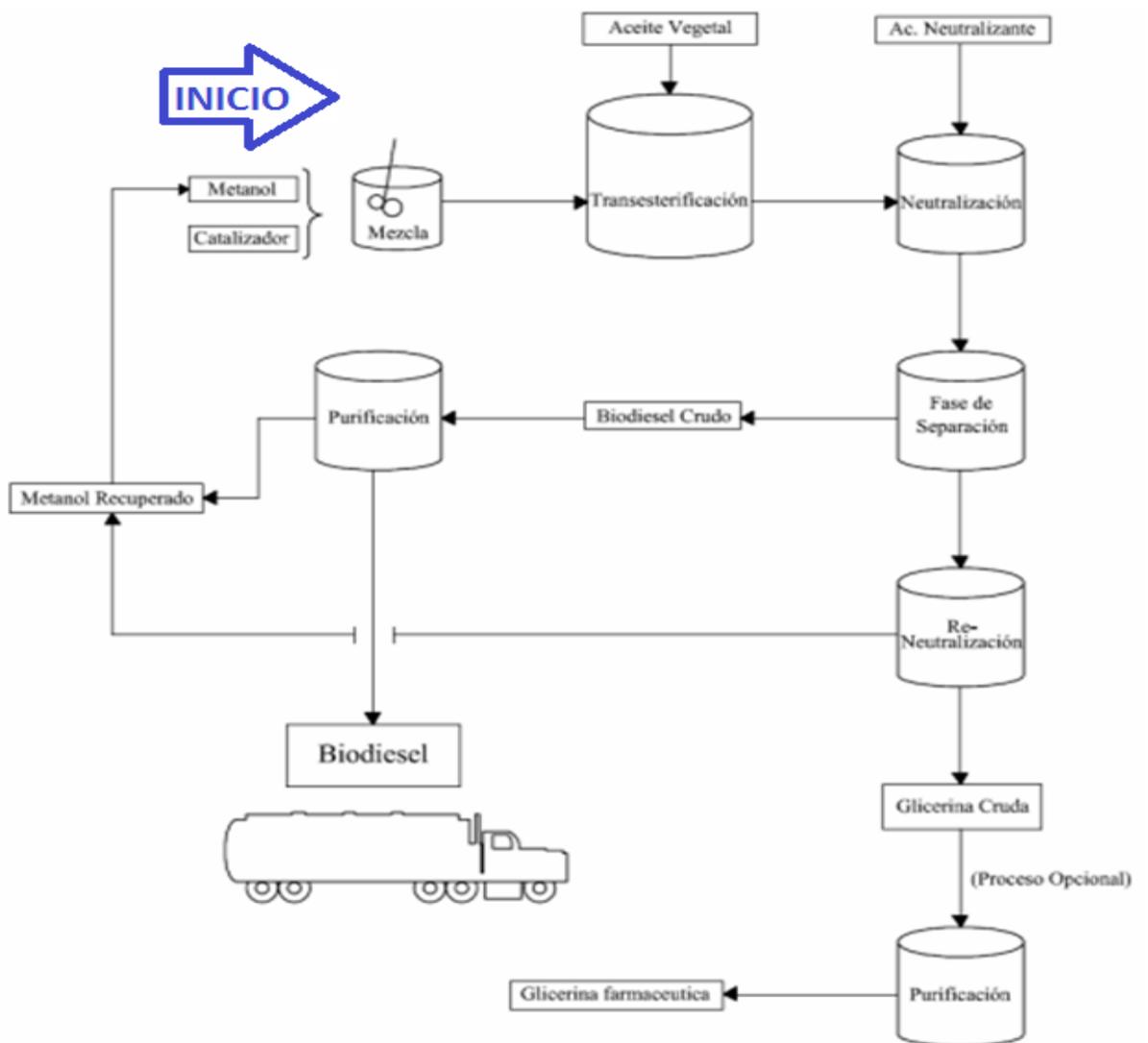


Fuente: <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios->

[informacion/publica/Potencial\\_productivo\\_biocombustibles\\_en\\_Chile.pdf](#), 30.04.2014, 0:08

En este esquema es posible observar la reacción de 100 kilos de aceite vegetal con 10 kilos de alcohol, con la interacción de un catalizador. Todo esto da como resultado 10 kilos de glicerina y 100 kilos de biodiesel.

Figura 18: “Proceso Estándar de Producción de Biodiesel”



Fuente: <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios->

[informacion/publica/Potencial\\_productivo\\_biocombustibles\\_en\\_Chile.pdf](#), 30.04.2014, 0:13

En la figura 18, es posible identificar las principales etapas que están involucradas durante el proceso de producción de biodiesel. Consta de 6 fases imprescindibles para una producción eficiente de biodiesel.

1. Mezcla: catalizador más metanol.
2. Reacción: lo mezclado anteriormente se le agrega el aceite, luego de haber sido vertido dentro de un contenedor. Este se cierra para ser aislado de la atmósfera, de tal forma no es posible que se pierda alcohol. Lo mezclado se debe mantener al punto de ebullición del metanol, de esta forma es posible acelerar la reacción. Esta dura entre 1 a 8 horas.
3. Separación: los productos de este proceso son dos, glicerina y biodiesel. Es posible separarlo mediante la misma gravedad, debido a que la densidad de la glicerina es bastante mayor a la del biodiesel. Aunque, también, se puede utilizar el proceso de centrifugado, lo que genera que la separación sea más rápida.
4. Remover: luego de la separación es necesario remover el exceso de metanol, esto puede ser a través de destilación, o bien evaporación. Lo relevante es remover el agua del alcohol por completo, con el objetivo de poder reutilizarlo.
5. Neutralización: esta fase se enfoca en la glicerina. Se debe neutralizar con ácidos, de manera de poder eliminar las cantidades de catalizador contenido. Luego, la glicerina cruda es almacenada para después ser purificada y vendida al mercado de cosméticos y farmacéutico. La glicerina cruda puede alcanzar un 98% de pureza.

6. Purificación de biodiesel: el biodiesel, obtenido durante la cuarta fase, debe ser purificado para poder eliminar los restos de catalizador y jabón en él. El proceso es simple, se eliminan los restos utilizando agua, secado y finalmente se almacena para su uso.

En cuanto al uso de semillas oleaginosas (raps o maravilla) en el proceso de la figura 18, solo se debe agregar el prensado del grano para la extracción del aceite. De esto se obtiene residuos sólidos. Los cuales pueden ser utilizados como alimento para animales y acuicultura.

#### 2.4.5 VENTAJAS DEL USO DEL BIODIESEL

El biodiesel es un combustible renovable, el cual ofrece diversas ventajas en distintos ámbitos. El área medio ambiental y social son las más beneficiadas con este biocombustibles. A continuación se enumerarán las diversas ventajas que este producto aporta a la vida cotidiana de las personas, animales y vegetales.

1. No produce daño alguno al medio ambiente debido a su origen vegetal.
2. En cuanto a los motores de los autos, solo habría que cambiar las partes de caucho y/o goma que estén en contacto con el biodiesel. Todo lo demás no

requiere de ninguna modificación. En Europa, los autos ya vienen con esas modificaciones hechas desde los '90.

3. La materia prima utilizada es renovable, aceites vegetales. Este se obtiene de plantas oleaginosas como lo es la colza, soja, girasol y palma. De esta forma la dependencia de combustibles fósiles disminuye, lo cual conlleva a la conservación del medio ambiente. Además, es importante destacar que Chile posee vastos territorios propicios para el cultivo de plantas oleaginosas, en especial de colza (raps) y girasol (maravilla). El cultivo de raps en Chile se puede extender desde la VIII Región hasta la X.
4. Mejora la combustión, lo cual significa que las emisiones de hollín disminuyen.
5. Al igual que el hollín, las emisiones de CO<sub>2</sub> también disminuyen. Incluso, se genera un ciclo cerrado de CO<sub>2</sub>. Esto quiere decir que la cantidad de CO<sub>2</sub> emitido es la misma cantidad de CO<sub>2</sub> que la planta oleaginosa captó (utilizado para crear biodiesel). De esta manera el efecto invernadero se ve disminuido.
6. El biodiesel es biodegradable, en caso de derrames no causa daño alguno al suelo ni al ecosistema.
7. Su manipulación y almacenamiento es seguro, ya que no es considerado una carga peligrosa porque su punto de inflamación es por sobre los 110°.
8. Al usar biodiesel, la vida del motor del auto se extiende. Esto se debe a su característica de ser altamente lubricante. De esta forma evita el desgaste y los mantenimientos del motor.

9. El biodiesel es el único combustible renovable que puede ser utilizado en motores diesel.<sup>33</sup>

#### 2.4.6 RIESGOS E IMPACTOS DEL USO DEL BIODIESEL

A pesar de las numerosas ventajas que el biodiesel presenta, también conlleva una serie de complicaciones. Como todo producto, tiene un aspecto negativo, el cual debe ser considerado, para así poder obtener una visión completa sobre este biocombustible. Las principales áreas que se analizarán son: medio ambiente, industrial, social y económico. El biodiesel es un factor que ha estado adquiriendo mayor importancia a lo largo del tiempo, y de poder implementarse dentro de Chile, las áreas que se verían afectadas son las previamente mencionadas para analizar. El objetivo, también, es poder generar un cuadro comparativo en relación a las ventajas, y así poder lograr llegar a la conclusión si es posible y efectivo el implementar biodiesel.

##### 2.4.6.1 MEDIO AMBIENTE

Se han analizado los diferentes beneficios que el biodiesel posee con respecto al medio ambiente, mas las consecuencias que conlleva no dejan de ser menores. El cultivo

---

<sup>33</sup><http://www.biodieselpain.com/que-es-el-biodiesel/>, 30.04.2014, 0:17

de la materia prima, necesaria para la producción del biocombustible, requiere de áreas despejadas. Esto significa que puede implicar tala o quema de árboles, lo cual es nocivo tanto para el suelo como para el ecosistema. Al quemar una hectárea de bosque tropical, por ejemplo, la cantidad de CO2 liberada equivale a la combustión de 177.000 litros de combustible fósil.

El hecho de destinar tierras para cultivos de materia prima para biocombustibles, implica que los terrenos utilizados con fin alimenticio y/o espacios naturales se reducen. En la cita a continuación, se entregan datos sobre el porcentaje de terreno para cultivos en otros países.

*“Un estudio de OCDE de 2005 estimó que la sustitución de un 10% de combustibles fósiles por biocombustibles en EE.UU., Canadá y la Unión Europea (15 países) requeriría de entre 30% y 70% de sus áreas respectivas de cultivo actuales”<sup>34</sup>*

Otro efecto negativo que recae sobre la producción de biodiesel, es la erosión causada en tierras donde hubo tala de bosques. Las raíces de los árboles son las encargadas de mantener firme y en su lugar el suelo, al no haber árboles, tampoco hay raíces. La erosión del suelo puede generar, luego de 10 a 20 años de la tala, su desplazamiento. Además, al estar erosionada la tierra, se considera frágil e inestables, lo cual conlleva problemas ecológicos a largo plazo.

---

<sup>34</sup><http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/1/34201/LC-L.2915-P.pdf>, 30.04.2014, 0:18

Entre los años 2004 y 2005, la producción de biodiesel aumentó en un 50% alrededor del mundo. Muchos países utilizan soja para generar biocombustibles, lo que genera a su vez, una serie de complicaciones medio ambientales. En Estados Unidos la mayoría de las plantaciones de soja son transgénicas, para que así puedan resistir el herbicida aplicado. Este factor conlleva nuevos problemas relacionados con malezas resistentes, lo cual también implica pérdida de vegetación nativa. En Latinoamérica, los cultivos de soja son responsables de un porcentaje importante de deforestación. En Brasil ya se han talado 21 millones de hectáreas de bosques, en Argentina 14 millones de hectáreas, en Paraguay 2 millones, mientras que en Bolivia solo 600.000 hectáreas. Estos números, especialmente en Brasil, siguen en aumento.<sup>35</sup>

Un efecto negativo importante es el monocultivo. Este es generado por el cultivo de una sola especie de plantas o árboles en un terreno extenso, consecuencia que podría ser causada por plantaciones para la producción de biodiesel. El monocultivo disminuye la fertilidad de la tierra, lo cual presenta un problema para el cultivo de alguna otra vegetal. Además, trasgrede la diversidad que todo ecosistema necesita. Al haber menos diversidad de vegetales, hay menos diversidad de animales, insectos y sus depredadores. Esto genera la aparición de plagas, lo que es controlado con pesticidas, que a su vez contaminan el medio ambiente.<sup>36</sup>

---

<sup>35</sup>[http://www.ecodesarrollo.cl/descargas/articulos\\_sobre\\_biodiesel\[1\].pdf](http://www.ecodesarrollo.cl/descargas/articulos_sobre_biodiesel[1].pdf), 30.04.2014, 0:19

<sup>36</sup> “Monocultivo”. <http://www.ecoclimatico.com/archives/el-monocultivo-y-sus-consecuencias-822>, 06.05.2014, 01:45

#### 2.4.6.2 INDUSTRIAL

En el área industrial, referente a la producción de biodiesel, también se presentan inconvenientes. En comparación a los impactos producidos en el medio ambiente, el biodiesel no genera demasiados impedimentos en el sector industrial. Este ámbito hace referencia a los problemas que surgen dentro de las plantas de producción, en los automóviles que utilizan el producto y a la industria misma involucrada con el negocio de combustible.

Una de las principales preocupaciones es, cómo afectaría el uso de biodiesel a los automóviles o medios de transporte. Los impedimentos ante este escenario son que las partes de caucho o goma, que estuvieran en contacto con el biodiesel, deben ser modificadas.

Los tanques contenedores de este biocombustibles deben encontrarse libres de contaminación, ya que de lo contrario podría implicar daños al vehículo. El problema reside en que puede ser que las estaciones de servicio no cuenten con la tecnología e infraestructura necesaria para poder mantener limpios los tanques.

Los impactos relacionados con el área industrial no son demasiados, pero podrían significar un impedimento al momento de emplear el uso de biodiesel. Por esta razón es

necesario exponer los riesgos del producto, para que así sea posible aplicar soluciones, o bien desistir del proyecto.

#### 2.4.6.3 SOCIAL

Incluyendo al ecosistema, el aspecto “social” se presenta como un factor de más relevancia en lo que la aplicación de biodiesel se refiere. Todo producto y/o servicio nuevo que se implemente en el mercado, va a depender de la sociedad. El cómo reaccionan las personas ante este negocio y cómo se ven afectadas, representa casi el núcleo del proyecto. Por esta razón es que a continuación se desarrollarán los impactos del biodiesel en el ámbito social.

Una de las principales críticas, que afecta gravemente a la sociedad, hacia los biocombustibles de primera generación (que son los más utilizados mundialmente), es que su materia prima proviene de alimentos. Esto generaría, en un futuro no muy lejano, el alza de los precios de productos alimenticios en el mercado mundial<sup>37</sup>. Actualmente en Chile, el precio de comer sanamente ha ido en aumento en comparación, por ejemplo con comprar ropa. Esto ha generado un aumento en el nivel de obesidad en la sociedad, tanto en hombres, mujeres, niños y adultos (hecho que es una realidad en el resto del

---

<sup>37</sup><http://www.scielo.cl/pdf/jotmi/v6n1/art09.pdf>, 30.04.2014, 0:21

mundo, incluso en mayores proporciones, por ejemplo Estados Unidos)<sup>38</sup>. Entonces, considerando un alza en los precios de los alimentos (que en su mayoría serían vegetales y carnes), las repercusiones para la sociedad podrían llegar hasta un punto de alerta en lo que salud se refiere. Cabe destacar que, suponiendo un alza en el precio de los alimentos, la demanda de estos descendería, afectando de esta manera el sector agrícola y ganadero.

#### 2.4.6.4 ECONOMIA

En todo proyecto a realizar es fundamental tener referentes económicos, de manera que la implementación de este sea efectiva. En este caso, se utilizará como referencia la presentación de tres casos de producción de biodiesel. El primero es un proyecto de planta de biodiesel, propuesto en México en el año 2011. Y los dos casos siguientes corresponden a un estudio realizado en Iowa, Estados Unidos, sobre la competitividad de precios del biodiesel con el diesel. En Chile aún no se han aplicado este tipo de proyectos, solo se encuentran en etapa de análisis y especulación. Por esta razón es que se tendrá como ejemplo a México y Estados Unidos.

---

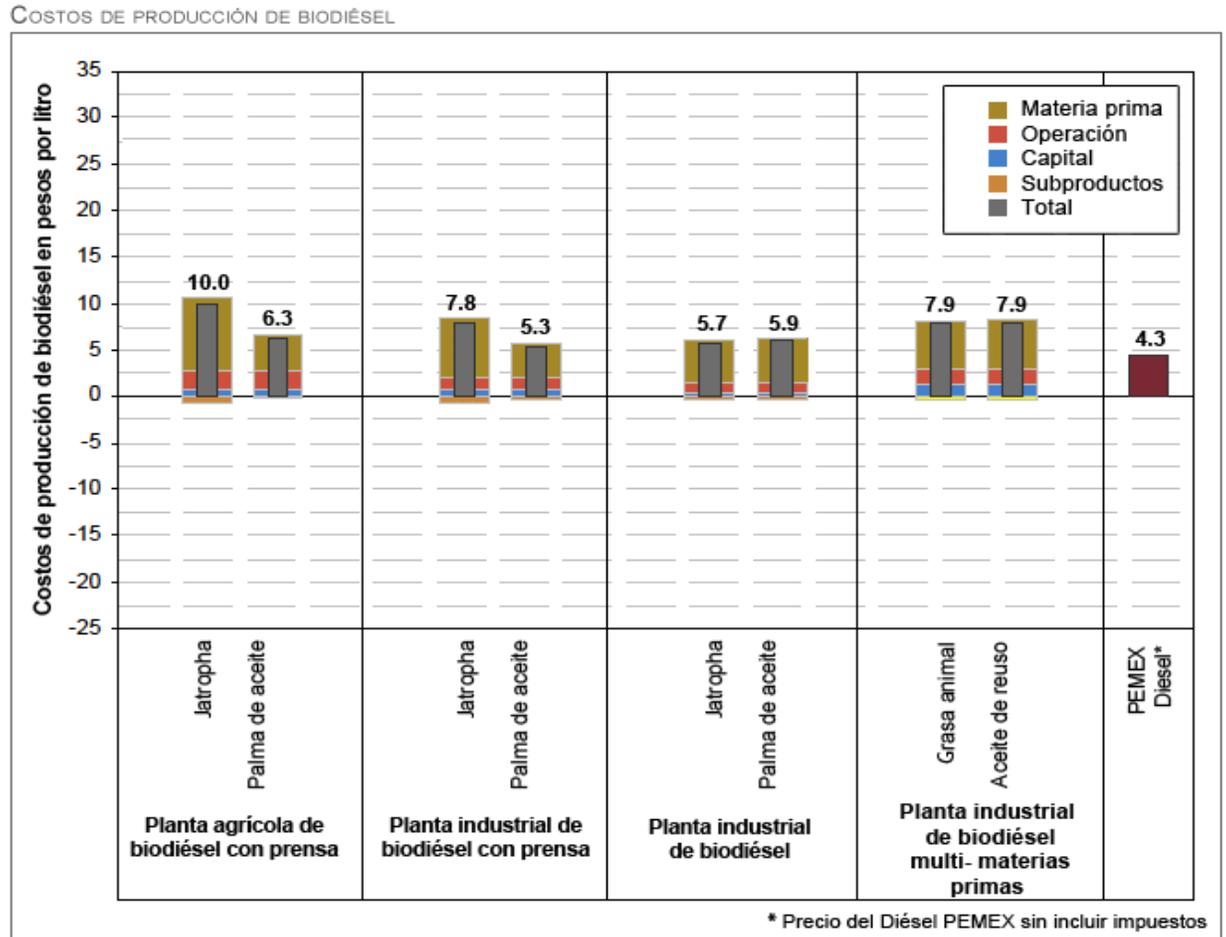
<sup>38</sup><http://www.latercera.com/noticia/tendencias/2013/04/659-516764-9-chile-esta-entre-los-10-paises-con-mas-sobrepeso-del-mundo.shtml>, 30.04.2014, 0:21

El proyecto trata de crear una planta para la producción de biodiesel en México, la cual tiene proyectada una vida económica de 10 años. Los costos son lo mismo de toda empresa emergente, por nombrar algunos: costos de mantenimiento, de consumo, relacionados con la producción misma de biodiesel. Como ingresos se consideran: torta de jatropha<sup>39</sup> (780 pesos mexicanos la tonelada) y la glicerina cruda que resultase del proceso de producción. En seguida se presenta un gráfico que muestra los costos finales, haciendo una comparación con el diesel de la empresa petrolera PEMEX (Petróleos Mexicanos). La producción de biodiesel es más costosa que la de diesel, según lo expuesto en la figura 19.

---

<sup>39</sup> La planta jatropha es de origen mexicano, denominado también como piñón o piñoncillo. Corresponde a un arbusto-árbol, y es posible encontrarla en climas tropicales y semi-tropicales. <http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/biodiesel/produccion-a-partir-de-jatropha.html>, 30.04.2014, 0:21

Figura 19: “Costos de Producción de Biodiesel”



Fuente: <http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/biodiesel/costos-del-proceso-de-produccion.html>, 30.04.2014, 0:21

La figura 19 muestra un gráfico comparativo de los costos de producción del biodiesel y diesel. Se toma como referencia para la producción de diesel a Pemex (Petróleos México), una empresa mexicana petrolera equivalente a ENAP en Chile. Debido a la nacionalidad de Pemex, la diferencia de costos se mide en pesos mexicanos.

En el gráfico, también, se muestran diferentes tipos de plantas o fábricas para la producción de biodiesel, lo que conlleva distintos procesos productivos y materia prima:

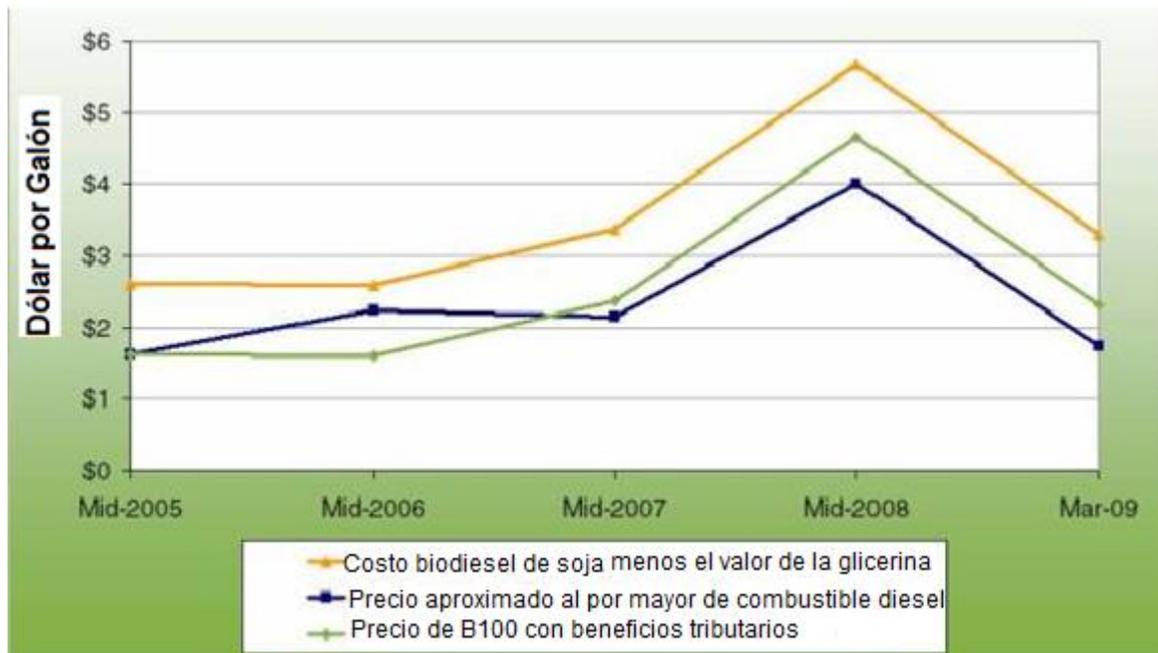
1. Planta agrícola de biodiesel con prensa: la materia prima utilizada son semillas oleaginosas. Pequeña escala.
2. Planta industrial de biodiesel con prensa: la materia prima utilizada son semillas de oleaginosas. Gran escala.
3. Planta industrial de biodiesel: la materia prima utilizada es aceite vegetal. Gran escala.
4. Planta industrial de biodiesel multi-materias primas: las materias primas utilizadas son aceite vegetal y grasa animal. Gran escala.

Para cada tipo de producción de biodiesel se utilizan dos vegetales posibles de encontrar y de cultivar en México: palma de aceite y jatropha.

De la figura 19 se puede entender que la producción de diesel es menos costosa de la biodiesel. Generar diesel cuesta \$4,3.- por tonelada, mientras que la producción de biodiesel fluctúa entre \$5,3.- por tonelada (planta industrial de biodiesel con prensa y palma de aceite) y \$10,00.- por tonelada (planta agrícola de biodiesel con prensa y jatropha). Esto demuestra que el costo de producir biodiesel es más alto que el del diesel, independiente del proceso, materia prima y fábrica que se utilice.

A continuación se presenta un gráfico donde se compara costos de producción de biodiesel puro (B100) con semilla de soja y petróleo. Se toma como localidad geográfica a Iowa, Estados Unidos.

Figura 20: “Costo estimado de Biodiesel (B100) vs. Precio de combustible Diesel”. (“Estimated B100 Soy Biodiesel Cost Breakeven at the Plant vs. Wholesale Diesel Fuel Price”)



Fuente: traducido por autora al español, fuente original en inglés.

[http://www.agmrc.org/renewable\\_energy/biodiesel/biodiesel-economics-costs-tax-credits-and-co-product/](http://www.agmrc.org/renewable_energy/biodiesel/biodiesel-economics-costs-tax-credits-and-co-product/), 06.05.2014, 2:51

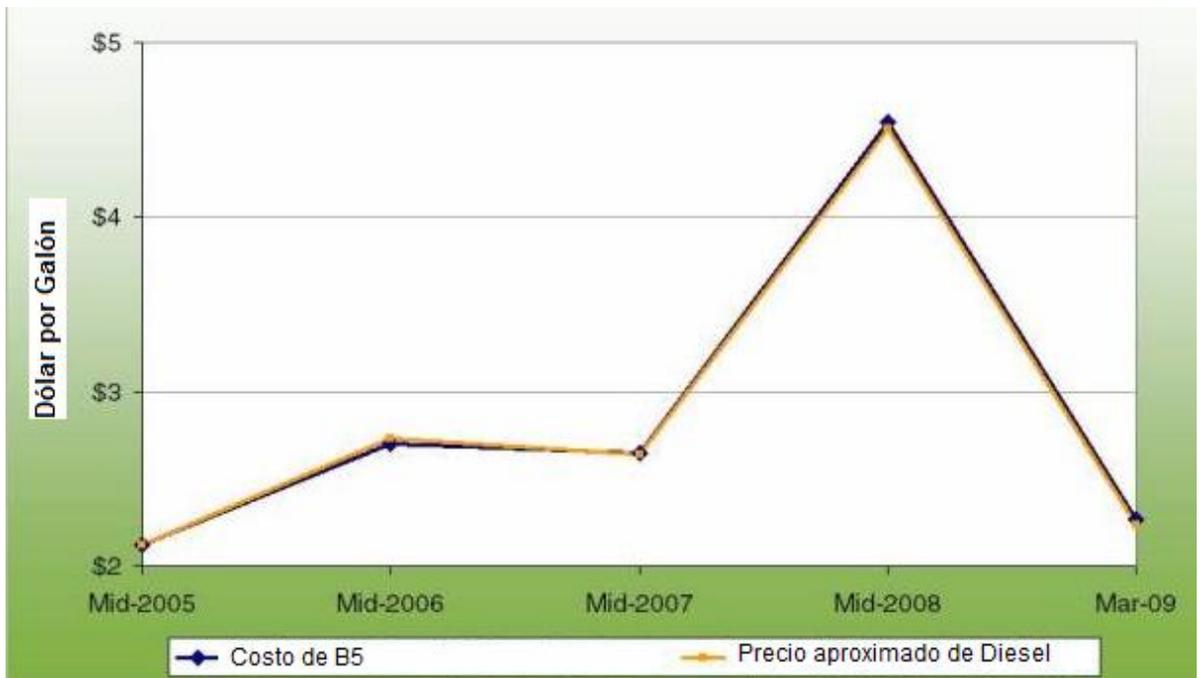
El gráfico muestra la competencia de precios del biodiesel contra el diesel en Iowa, Estados Unidos. Las referencias de fechas son: mediados del año 2005, 2006,

2007 y 2008, mientras que solo se usa Marzo del año 2009. La línea de color amarillo representa el costo del biodiesel sin considerar el precio de la glicerina, producto residual de la transesterificación. La línea azul, en cambio, muestra el precio del combustible diesel al por mayor. Y la línea verde refleja el precio del biodiesel puro (B100) más los beneficios tributarios aplicados en Iowa, Estados Unidos.

Se entiende de la figura 20 que los precios del biodiesel en estado puro (B100) no son competitivos en comparación a los precios del diesel, la diferencia entre ambos es de US\$1.- aproximadamente por galón.

En seguida se presenta la figura 21, donde se compara los costos de producción de biodiesel con 5% de diesel (B5) y de combustible diesel.

Figura 21: “Costo de equilibrio estimado de B5 de Soja vs. Precio al por mayor de combustible Diesel”. (“Estimated B-5 Soy Biodiesel Breakeven Cost vs. Wholesale Diesel Fuel Price”)



Fuente: traducido por autora al español, fuente original en inglés.

[http://www.agmrc.org/renewable\\_energy/biodiesel/biodiesel-economics-costs-tax-credits-and-co-product/](http://www.agmrc.org/renewable_energy/biodiesel/biodiesel-economics-costs-tax-credits-and-co-product/), 06.05.2014, 03:12

Este gráfico es similar al anterior, con la diferencia que esta figura muestra la competitividad de precios entre B5 (biodiesel con 5% de diesel) contra el combustible diesel. Los costos de B5 son mayores que el precio del diesel por 2,7 centavos por galón, aproximadamente.

Al producir biodiesel mezclado con un 5% de diesel (B5), los costos son considerablemente menores en relación a la producción de B100. En este caso es posible que el B5 pueda ser competitivo con el diesel.

Si el Estado aplicase estímulos e influencias positivas para que la sociedad tome conciencia del beneficio medio ambiental y mejora de estilo de vida que el uso de biodiesel entrega.

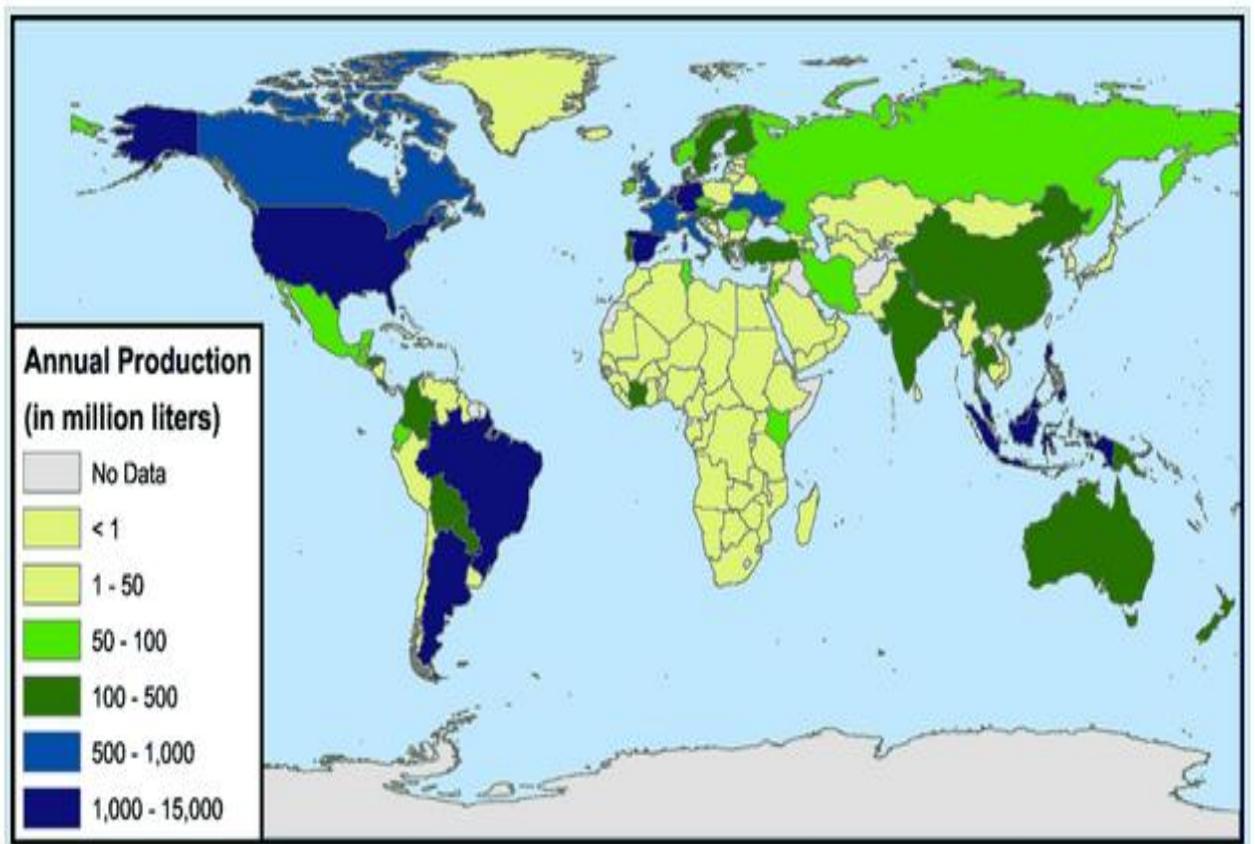
En lo que en la actualidad respecta a Chile, el gobierno no posee ningún tributo que afecte a los biocombustibles (tal como se mencionó en el punto “Políticas” anteriormente). Esto implicaría que la mezcla de biodiesel con un porcentaje de diesel obtendría un precio menor al del diesel, siendo la compra de biodiesel más económica (se demuestra con la figura 21). Tomando el caso del B5, al ser mezcla 95% diesel con 5% biodiesel, solo el porcentaje correspondiente al biodiesel quedaría exento de impuestos, lo cual aminoraría el precio.

#### 2.4.7 BIODIESEL EN EL MUNDO

En los puntos anteriores se presentaron una serie de datos relevantes relacionados con el biodiesel. La información desarrollada, hizo referencia a distintos países del mundo, los cuales comercializan de alguna u otra manera biodiesel. Entonces, con el fin

de obtener un mejor dominio del tema, es que se presenta un mapa que muestra los países en que se encuentra el negocio del biodiesel, muchos de los cuales fueron mencionados en los diversos aspectos previamente redactados.

Figura 22: “Biodiesel en el Mundo”



Fuente: <http://www.xatakaciencia.com/medio-ambiente/ranking-de-los-paises-con-mayor-potencial-de-fabricar-biodiesel>, 30.04.2014, 0:21

### 3. CUADRO RESUMEN DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN BASE A LO ANTERIORMENTE EXPUESTO

El resumen de costos pretende reflejar la viabilidad del proyecto, poniendo en una balanza los aspectos negativos y positivos sobre el desarrollo y uso de biodiesel. Se hablará de costos relativos a la sociedad, medio ambiente, industria y economía.

|                  | <b>Costos de Producción y Uso</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Beneficios del Biodiesel</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ECONOMÍA</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los costos de producción de B100 corresponden a US\$1.- por galón aproximadamente más que el precio del diesel. No hay competencia de precios debido a la alta diferencia.</li> <li>• B5 menores costos de producción que B100. La producción de diesel es menos costosa. Por lo que el B5 se podría presentar como alternativa.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genera una mejor visión del país en el extranjero. Posibilidades de más negocios.</li> <li>• B5 es más competitivo en relación con el diesel, en cuanto a costos de producción.</li> <li>• Con incentivos tributarios del Estado el B5 podría ser un proyecto viable en Chile.</li> </ul> |
| <b>SOCIAL</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribución a crisis alimenticia</li> <li>• Biodiesel de 1° Generación proviene de cultivos alimenticios.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor calidad de vida.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>INDUSTRIA</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar partes de caucho o goma en automóviles.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios simples en automóviles. En UE fabrican autos para el uso</li> </ul>                                                                                                                                                                                                               |

|                                            |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología no siempre se encuentra presente en Chile.</li> </ul>                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• del biodiesel desde los años '90.</li> <li>• Almacenamiento y manejo seguro, no es carga peligrosa.</li> <li>• Chile cuenta con amplios terrenos para cultivos.</li> <li>• Más vida a los motores.</li> </ul> |
| <p><b>MEDIO</b></p> <p><b>AMBIENTE</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosión del suelo.</li> <li>• Monocultivo.</li> <li>• Puede conllevar tala o quema de árboles.</li> <li>• Plantas transgénicas: pérdida de vegetación nativa.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Origen vegetal: no daña al ecosistema.</li> <li>• Disminución de GEI.</li> <li>• Biodegradable, no hay daño en caso de derrames.</li> </ul>                                                                   |

## ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Es necesario analizar el resumen de ventajas y desventajas, previamente planteado, para llegar a una conclusión sobre si es factible y aceptable el desarrollo y/o elaboración de biodiesel Chile.

Tomando en cuenta lo señalado en el cuadro anterior en cuanto a los costos de producción y uso del biodiesel, se puede inferir que el área industrial y económica son las menos afectadas, porque las repercusiones que se generan, poseen soluciones. Es así,

que desde los años '90 existen automóviles preparados para el uso de biodiesel, por lo que no sería necesario aplicar ninguna otra modificación mayor. Además, desde el año 2000 se han creado autos con tuberías de vitón u otro material resistente al biodiesel. En cuanto a la tecnología necesaria para la producción y uso del biocombustible, también es posible crear joint ventures o negocios a nivel internacional para conseguirlos.

Referente al área económica, los costos de producción y uso son considerablemente más altos si se utiliza B100. En cambio, al utilizar B5 los costos se presentan algo más competitivos con respecto a los del diesel (como se muestra en la Figura 22).

Además es importante considerar las leyes y normas aplicadas durante los últimos años, especialmente en América y Europa. Los gobiernos de estos países han demostrado interés en la propagación y difusión del uso del biodiesel. Por lo que se han aplicado beneficios tributarios, de manera que los costos del biocombustible se vuelvan competitivos con el diesel.

Desde una perspectiva social, el costo de producción y uso de biodiesel puede ser costoso. El cultivo para producir biodiesel de primera generación (materia prima: especies comestibles), puede contribuir a la crisis alimenticia o utilizar territorio para cosechas de alimento. Existen dos generaciones (desechos de cultivos alimenticios y cultivos específicos, ver “2.4.4.1 Materia Prima para Biodiesel”) más pero siguen en

etapa experimental, es aún no son económicamente rentables. Chile, posee territorios amplios que serían propicios para el cultivo de raps. Este se extiende desde la VIII Región hasta la X. Actualmente se encuentran 27.900 hectáreas cultivadas con raps. Estos cultivos están destinados para: (1) la alimentación de salmones y (2) la industria del aceite de raps. Esto quiere decir que el suelo ya está preparado para este tipo de cultivo y que, además, es viable cultivarlo en la zona, por lo que no sería problema el cultivo de esta planta para producir biodiesel.<sup>40</sup>

Aún cuando es importante señalar que en cuanto al aspecto medio ambiental, este también puede ser dañado mediante los cultivos de estas plantas oleaginosas. Es decir, al plantar solo un tipo de vegetal en un terreno, se genera monocultivo. Esto conlleva un serio deterioro del suelo, pierde fertilidad y el ecosistema carece de biodiversidad. Además los cultivos de plantas oleaginosas, con el tiempo, pueden erosionar la tierra. Al no haber árboles, no hay raíces, ergo nada afirma el suelo.

Una forma de aminorar el daño causado por el monocultivo es la rotación de cultivos. Esto significa ir rotando el lugar de cultivo, con el fin de evitar el desgaste del suelo y el desarrollo de plagas o enfermedades de las plantas. Considerando que en Chile desde la VII hasta la X Región existe territorio apto para el cultivo de raps, la rotación de cultivos sería posible de realizar.

---

<sup>40</sup><http://www.redagricola.com/reportajes/cultivos/el-raps-canola-en-chile-una-interesante-alternativa-tecnica-y-comercial>, 30.04.2014, 0:21

Hay que tener también en cuenta los beneficios que aporta la implementación del biodiesel al medio ambiente, sociedad y economía. Es decir, disminuye las cantidades emitidas de gases de efecto invernadero. Esta es una de las razones por la cuales se denomina al biodiesel “renovable”, esto es debido a que el CO<sub>2</sub> emitido al momento de la combustión, es el mismo que utilizó anteriormente la planta al hacer fotosíntesis.

En cuanto al uso del biodiesel en motores diesel, no hay mayores problemas. Solo habría que modificar las piezas de caucho o goma que estuvieran en contacto con el biodiesel. Además, extiende la vida del motor debido a su alto nivel aceitoso. En cuanto a la tecnología utilizada para su producción, no se requiere de grandes inversiones dentro de las plantas. El método aplicado es simple y la tecnología se puede encontrar en los mismos países que ya se catalogan como proveedores. Tal es el caso de ENAP, que ya posee como proveedor a Alemania (principal país que implementa biodiesel en la Unión Europea) en el área tecnológica.

Basándonos en las leyes chilenas, el biodiesel debería poseer, hasta el momento, un precio menor al del diesel, ya que no se aplica impuesto específico ya que no es un combustible fósil. En caso de estar mezclado con diesel, sólo se le aplicaría tal impuesto al porcentaje que no fuese biodiesel. Además no hay que olvidar la reforma tributaria implementada por la presidenta señora Michelle Bachelet, lo cual beneficia el uso de biocombustibles y perjudica a aquellos automóviles que emitan gases contaminantes, aplicando mayores impuestos.

Al cumplir con las demandas expuestas en tratado de Kyoto, Chile tendría más posibilidades de negocios con grandes países, como por ejemplo Estados Unidos y la Unión Europea. Además, aplicando uso biodiesel, se demostraría que el Estado chileno posee preocupación por el medio ambiente y su sociedad, ya que fomentaría el uso del biocombustible. Este punto se ha transformado, a lo largo del tiempo, en un factor casi decisivo al momento de negociar con algunos países que poseen un desarrollo mayor en el tema.

También existe el factor país, es decir Chile no otorga el apoyo necesario aún para dicho proyecto. Esto implica que es necesario crear políticas más claras al respecto, donde se establezcan beneficios por el uso de biodiesel (motivación para la sociedad). Debido al deterioro que ocasionan los cultivos en el suelo a largo plazo, es necesario continuar la investigación sobre la aplicación de algas para la producción de biodiesel (considerando la gran cantidad de materia prima en Chile).

Con respecto al biodiesel en ENAP, esta empresa también se vería beneficiada, económica y socialmente, al implementar biocombustibles. Primero que todo, el Estado chileno se ha mostrado interesado en la producción mediante energía renovable. En el año 2005, se aprobaron 46 proyectos los cuales incluían energía eólica, hidráulica, geotérmica y biomasa. Además, se debe tener en cuenta que los combustibles que no son de origen fósil no se les aplican impuesto específico, sino que solo IVA. Esto generaría

mayor estabilidad al precio del biodiesel, lo cual aumentaría la posibilidad de negocios con mayor cantidad de distribuidoras, por ende mayores ingresos para ENAP.

El costo de producción de biodiesel puede ser más alto que del diesel, pero los ingresos, eventualmente, serían mayores debido al aumento de negocios a nivel nacional e internacional.<sup>41</sup>

En conclusión, sería viable elaborar y/o desarrollar biodiesel en Chile obteniendo como producto final B5. De esta forma es posible generar competencia de precios con el diesel, debido a que los costos de producción son similares y el 5% de B5 quedaría exento del impuesto específico por no ser derivado de combustibles fósiles. Además al ser un combustible no contaminante, la implementación de este producto se vería beneficiada por la nueva reforma tributaria aplicada por el Gobierno.

Como método de inserción de B5 en la sociedad, se podría tomar como ejemplo el caso de Brasil. Es decir comenzar con una mezcla de 2% de biodiesel con un 98% de diesel (como mínimo) y en un período de 8 años aumentar la cantidad mínima a B5. De tal manera sería posible realizar un seguimiento del desarrollo del biodiesel en el país, generaría tiempo suficiente como para crear las leyes y normas adecuadas al nuevo producto y la sociedad se adaptaría y crearía conciencia paulatinamente al cambio medio ambiental implementado.

---

<sup>41</sup><http://web.ing.puc.cl/~power/alumno06/Bio/analisis.html>, 30.04.2014, 0:21

## REFERENCIAS

### SITIOS WEB

- ❖ CEP Chile, Centro de Estudios Públicos,  
[http://www.cepchile.cl/1\\_4431/doc/la\\_industria\\_del\\_petroleo\\_en\\_chile.html#.U2EZhYF5PVU](http://www.cepchile.cl/1_4431/doc/la_industria_del_petroleo_en_chile.html#.U2EZhYF5PVU)
- ❖ ENAP, <http://www.enap.cl>
- ❖ Ministerio de Relaciones Exteriores, *Desarrollo Sustentable*,  
<http://www.minrel.gob.cl/desarrollo-sustentable/minrel/2008-09-10/171758.html>
- ❖ Foretica, *¿Qué es RSE?*, <http://www.foretica.org/conocimiento-rse/que-es-rse?lang=es>
- ❖ Vida Verde, <http://vidaverde.about.com>
- ❖ Ecogestos, <http://www.ecogestos.com/biodiesel-caracteristicas-de-este-combustible-de-origen-vegetal/>
- ❖ Biocombustibles, [http://www.biocombustibles.cl/site/cont\\_productos.htm](http://www.biocombustibles.cl/site/cont_productos.htm)
- ❖ Comisión Nacional de Energía, *Biocombustibles*,  
<http://www.cne.cl/energias/biocombustibles/tipos-de-energia>
- ❖ ASTM, *Biodiesel*,  
[http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF09/nelson\\_spjf09.html](http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF09/nelson_spjf09.html)

- ❖ Biodisol, *Materia Prima Biodiesel*, <http://www.biodisol.com/biodiesel-que-es-el-biodiesel-definicion-de-biodiesel-materias-primas-mas-comunes/biodiesel-materias-primas-con-que-se-fabrica-biodiesel-aceites-y-grasas-produccion/>
- ❖ Slide Share, *Sustentabilidad*, [http://www.slideshare.net/constructions\\_jm/11-concepto-de-sustentabilidad](http://www.slideshare.net/constructions_jm/11-concepto-de-sustentabilidad)
- ❖ Fondo Biocomercio, *Uso Sostenible*,  
<http://www.fondobiocomercio.com/index.php/que-es-uso-sostenible>
- ❖ Angelfire, *Biodiesel*, <http://www.angelfire.com/co4/palmaceite/biodiesel5.htm>
- ❖ Energía e Impacto Ambiental, *Emisiones de Gas de Efecto Invernadero*,  
<http://energiaunam.wordpress.com/2010/03/09/biocombustibles-huella-de-carbon/>
- ❖ Europa, [http://europa.eu/legislation\\_summaries/energy/renewable\\_energy/128175\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/128175_es.htm)
- ❖ Alconoa, <http://www.alconoa.com.ar/Ley26093.html>
- ❖ Ecodesarrollo, <http://ecodesarrollo.cl/portal1/content/view/35/40/>
- ❖ SAGARPA, Bioenergéticos, <http://www.bioenergeticos.gob.mx/>
- ❖ Biodiesel Spain, <http://www.biodieselspain.com/que-es-el-biodiesel/>
- ❖ Ecoclimático, *Monocultivo*, <http://www.ecoclimatico.com/archives/el-monocultivo-y-sus-consecuencias-822>
- ❖ La Tercera, <http://www.latercera.com/noticia/tendencias/2013/04/659-516764-9-chile-esta-entre-los-10-paises-con-mas-sobrepeso-del-mundo.shtml>
- ❖ AGMRC, <http://www.agmrc.org/search/index.cfm>

- ❖ Xataka Ciencia, <http://www.xatakaciencia.com/medio-ambiente/ranking-de-los-paises-con-mayor-potencial-de-fabricar-biodiesel>
- ❖ Red Agrícola, <http://www.redagricola.com/reportajes/cultivos/el-raps-canola-en-chile-una-interesante-alternativa-tecnica-y-comercial>,
- ❖ <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno06/Bio/analisis.html>

## PDF

- ❖ Reporte ENAP 2001, *Estructura del Precio en la Región Metropolitana*,  
[http://www.enap.cl/investor\\_relations/doc/memorias/reporteENAP\\_2011.pdf](http://www.enap.cl/investor_relations/doc/memorias/reporteENAP_2011.pdf)
- ❖ Informe ENAP Junio 2012, *Participación en distintos Mercados*,  
[http://www.enap.cl/investor\\_relations/doc/clasif\\_riesgo/Informe\\_ENAP\\_JUNIO\\_2012\\_version\\_final.pdf](http://www.enap.cl/investor_relations/doc/clasif_riesgo/Informe_ENAP_JUNIO_2012_version_final.pdf)
- ❖ Informe ENAP Junio 2012, *Participación en Mercado Nacional*,  
[http://www.enap.cl/investor\\_relations/doc/clasif\\_riesgo/Informe\\_ENAP\\_JUNIO\\_2012\\_version\\_final.pdf](http://www.enap.cl/investor_relations/doc/clasif_riesgo/Informe_ENAP_JUNIO_2012_version_final.pdf)
- ❖ CONAE, *Biodiesel*.  
<http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/466/2/biodiesel.pdf>

- ❖ OLADE, *Análisis de Legislación sobre Combustibles*,  
<http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/Biocomustibles/ANALISIS%20DE%20LEGISLACION%20SOBRE%20BIOCOMBUSTIBLES.pdf>
- ❖ ODEPA, *Participación Producción de biodiesel en UE año 2005*,  
[http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/SemBiocomustibles/22\\_Biocomustibles-FAO.pdf](http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/SemBiocomustibles/22_Biocomustibles-FAO.pdf)
- ❖ ODEPA, *Proyección Biocomustibles para el año 2030*,  
[http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/SemBiocomustibles/22\\_Biocomustibles-FAO.pdf](http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/SemBiocomustibles/22_Biocomustibles-FAO.pdf)
- ❖ Michelle Bachelet, *Reforma Tributaria*, <http://michellebachelet.cl/wp-content/uploads/2013/10/Reforma-Tributaria-22-27.pdf>
- ❖ ODEPA, *Reacción estándar para la obtención de biodiesel*,  
[http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/publica/Potencial\\_productivo\\_biocomustibles\\_en\\_Chile.pdf](http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/publica/Potencial_productivo_biocomustibles_en_Chile.pdf)
- ❖ ODEPA, *Proceso estándar de Producción de Biodiesel*,  
[http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/publica/Potencial\\_productivo\\_biocomustibles\\_en\\_Chile.pdf](http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/publica/Potencial_productivo_biocomustibles_en_Chile.pdf)
- ❖ ECLAC, <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/1/34201/LC-L.2915-P.pdf>
- ❖ Ecodesarrollo,  
[http://www.ecodesarrollo.cl/descargas/articulos\\_sobre\\_biodiesel\[1\].pdf](http://www.ecodesarrollo.cl/descargas/articulos_sobre_biodiesel[1].pdf)
- ❖ SciELO, <http://www.scielo.cl/pdf/jotmi/v6n1/art09.pdf>

## Anexos

1. Ley 26.093 “Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles.”

<http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/115000-119999/116299/norma.htm>

2.

### **Especie: RAPS**

#### Aspectos Generales

Nombre científico.....: Brassica napus L.  
 Duración ciclo vegetativo.....: 130 a 250 días.  
 Rendimiento con alta tecnología.....: 30 a 45 qqm/ha  
 Variedades o cultivares principales ....: Matador, Norín 16, Rapanui-Inia, Doublol, Topas, Global, Westar.

#### Aspectos Climáticos

Sensibilidad a heladas.....: Medianamente resistente.  
 Etapa o parte más sensible a heladas .....: Flor a silicua verde.  
 Temperatura crítica o de daño por heladas.....: -1 °C  
 Temperatura base o mínima de crecimiento.....: 5 °C  
 Rango de temperatura óptima de crecimiento.....: 19 a 26 °C  
 Límite máximo de temperatura de crecimiento...: 32 °C  
 Temp. mínima, óptima y máxima de germinación: 5 15-25 32 °C  
 Suma térmica (T > 10°) entre siembra y cosecha.: 350 a 550 días-grados (ver anexo).  
 Requerimientos de vernalización.....: Algunas variedades requieren un período frío.  
 Requerimientos de fotoperíodo.....: Días largos (> 14 hrs.) son esenciales en algún momento del ciclo de vida.

#### Aspectos del Suelo

|                  |                               |                              |                       |                  |             |
|------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------|-------------|
| - Profundidad :  | Subsuelo suelto               | Subsuelo compacto            |                       |                  |             |
|                  | Rango óptimo<br>Valor crítico | más de 50 cm<br>20 cm        | más de 60 cm<br>35 cm |                  |             |
| - Acidez (pH) :  | Mínimo tolerado               | Rango óptimo                 | Máximo tolerado       |                  |             |
|                  | 4,5                           | 5,6-6,8                      | 7,8                   |                  |             |
| - Salinidad :    | Valor tolerado de Cond. Elec. | Valor crítico de Cond. Elec. |                       |                  |             |
|                  | 2,3 mmhos/cm                  | 7,0 mmhos/cm                 |                       |                  |             |
| - Textura :      | Muy fina                      | Finas                        | Francas               | Gruesas          | Muy gruesas |
|                  | Limit. moder.                 | Sin limit.                   | Sin limit.            | Sin limit.       | Limit. leve |
| - Drenaje :      | Moder. bueno                  | Imperfecto                   | Pobre                 | Muy pobre        |             |
|                  | Sin Niv. Freático             | N. Fre. a 110 cm             | N. Fre. a 50 cm       | N. Fre. a 25 cm  |             |
|                  | Sin limitación                | Sin limitación               | Limit. moderada       | Limit. severa    |             |
| - Pedregosidad : | No pedregoso                  | Pedregoso                    | Muy Pedreg.           | Extremad. Pedr.  |             |
|                  | < 15% Piedras                 | 15-35% Piedras               | 35-60% Piedras        | > 60% PiedrasS   |             |
|                  | Sin limitación                | Sin limitación               | Limit. leve           | Limit. severa    |             |
| - Pendiente :    | Suave                         | Inclinada                    | Muy inclinada         | Fuert. inclinada |             |
|                  | 2-6%                          | 6-10%                        | 11-20%                | 21-30%           |             |
|                  | Limit. leve                   | Limit. leve                  | Limit. moderada       | Limit. severa    |             |